وائل بشير الأتاسي

تراثنا في العلم الحديث

منشورات وزارة الثقافة
في الجمهورية العربية السورية
دمشق ١٩٩٩

الإشراف الفني   زهير الحمو

تراثنـــا وفـجــر العلـم الحـديث / وائــل بشـيـر الأتاسـي . -
دمـشــق : وزارة الثـقــافــة ، ١٩٩٩ . - ٢١٥ص ؛ ٢٤سم . -
(دراســات علميـــة ؛ ٣٦) .

١-٩٥٦ أ ت ا ت ٢-٩٠٩ أ ت ا ت ٣-العنوان
٤-الأتاسي ٥-السلسلة

مكتبـة الأسـد

الايداع القانوني : ع - ٣٩ / ١ / ١٩٩٩

دراســات علمـيـــة
«٣٦»

الإهداء

إلى والدي

الذي أسس أول ثانوية

للبنات في حمص..

وإلى والدتي

التي اختطفها الموت شابة.

كلمة شكر

إلى الدكتور طيب تيزيني

وإلى الدكتور بسام معصراني

اللذين كان لتوجيهاتهما أبلغ
الأثر في نفسي وفـــي عملي

المحتويات

* * *

أخي القارئ:

قد تبدو صراحتي مؤلمة، فإذا بدا لك بأنــها نقد جارح، تكون قد أســأت فهمي. لأن ما أبديه من ملاحظات، يهدف إلى إظهار الجوانب التي كان لابد منـن استكمالها لكي ينبثق فجر العلم الحديث. فأما وأن هذا الفجر لم ينبثق في مشـرقنا. فهذه الجوانب لم يتح لها أن تستدرك. وهذا ماسنبين أسبابه في الصفحات التالية.

ولاشك أن قراءة الفصل السادس (العلمي) مفيدة جداً، لا لأنــها تبرز الأفكار المشار إليها في الفصول الأولى فحسب، بل هي مفيدة أيضاً لطالب الدراسات العلميـة والهندسية، لأنــها تعمق معاني المفاهيم التي يدرسها.

مقدمة

يرى بعض المؤرخين الغربيين أن الحضارة العربية الإسلامية لم تساهم أبداً في البنيان الحضاري العلمي الحديث. ويقول الفيزيائي والرياضي الفرنسي بيير دوهم مؤسس التيار الطاقي* في الفيزياء، في نهاية القرن الماضي: "لايوجد علم عربي "، ويعقب مؤرخ العلوم بيير روسو على ذلك قائلاً: "هذا صحيح، فنحن لسنا مدينين لبغداد بأي نظرية جديدة ".

وقد أثارت هذه الآراء حفيظة رهط من مثقفي العالم العربي والإسلامي. وراح كثيرون منهم يسعون إلى البحث في طيات المخطوطات العربية المنتشرة على كافة أصقاع الكرة الأرضية. وما أن أطل منتصف القرن أو بعده بقليل، حتى بدأت تظهر في هذه المخطوطات التي أثقلها الدهر بغبار النسيان من قبل أهليها زمناً طويلاً، معالم دراسات علمية ومحاولات جادة كان لها على الأرجح أثرها في انبثاق فجر العلم الحديث. فمن المعروف أن كثيراً من المخطوطات العربية ترجمت إلى اللاتينية منذ القرن الحادي عشر الميلادي.

ولا ندعي أبداً أن هناك نظرية علمية بعينها تنسب إلى العرب. ونقصد بنظرية مبحثاً نظرياً معيناً بذاته، أي بالفرنسية theorie. فالعلم (ونستثني الرياضيات) لم يصبح بشكله الحالي إلا منذ بداية عصر النهضة، ونقصد منذ كبلر وغاليليه وديكارت وباسكال ونيوتن وغيرهم من معاصريهم. (أي منذ القرن

* تيار علمي ظهر في أواخر القرن الماضي، يفسر الظواهر الميكانيكية والفيزيائية اعتماداً على المبادئ التي تحدد تحولات الطاقة، ويستغني إلى حد بعيد عن النظرية الذرية.

الخامس أو السادس عشر). أما في علوم الحياة، أي البيولوجية، فقد تأخر البحث فيها أكثر قليلاً. وربما بدأ مع لينيه Linné السويدي (1707 – 1778) الذي أعطى تصنيفاً للكائنات الحية استمر العمل به مدة طويلة، ولاتزال آثاره حتى الآن في البيولوجية، وقد تابع ابنه عمله بحمية واندفاع. وهناك بوفون Buffon الفرنسي (1707 – 1788) الذي كتب التاريخ الطبيعي، وغير هؤلاء مثل لامارك وجودوفروا وغيرهم.

ولايعني قولنا هذا أنه لم يسبق ذلك معلومات علمية اكتشفها مصريون وبابليون ويونانيون وعرب ومسلمون وصينيون وغيرهم. ولكن هذه المعلومات لم توضع في إطار نظرية ينطبق عليها وصف علم بمفهومنا الحالي الذي سنبدأ أول مانبدأ بتعريفه. وكانت معظم المعلومات التي وردت عند هؤلاء القدماء تندرج في إطار تأملات فلسفية و ربما دينية، وهناك معلومات يمكن أن تندرج في إطار المعلومات الرياضية، مثل مراكز الثقل وأبحاث أرخميدس في مراكز الأثقال. وهناك أيضاً مبدأ أرخميدس في توازن السوائل، فهو مبدأ عرف بالاجتهاد المنطقي أكثر منه في المجال العلمي، وكذلك القانون الأول لانعكاس الضوء، وكثير من المعلومات الفلكية والبيولوجية والطبية والكيماوية. ولكن هذه المعلومات متفرقة تم الاهتداء إليها إما بالخبرة اليومية أو بالملاحظة العابرة، وأحياناً باستنتاج منطقي، ولكن لم يتبع في معرفة أحدها أسلوب علمي مخطط له.

وهذا طبعاً لايعني أننا ننكر فضل الأوائل في سعيهم وجهدهم الحثيث. فقد مهدوا بملاحظاتهم الدؤوبة والجادة للعلم الحديث، الذي لم يكن ممكناً أن يقوم من دونهم. ولذلك شددنا في هذا الكتاب على أن البحث والتقصي الوضعي القائم على الوصف واستقراء الأحداث بما تنقله الحواس مباشرة مرحلة لابد منها لقدوم العلم العقلاني المبني على أسس منطقية مترابطة ومعقولة، وعلى فرضيات ونظريات

مدعمة بالتجربة وتساعد على التنبؤ بأحداث وظواهر غير تلك التي شوهدت، وعلى تقدير القياسات قبل إجرائها فعلياً.

فكما كان للمصريين والبابليين فضل يعترف به اليونانيون، فكذلك كان للعرب والمسلمين والهنود والصينيين مثل هذا الفضل. هذا على رغم أنه يصعب أن ننسب إلى أي من هؤلاء نظرية علمية بعينها. وهذا ما أردنا أن نبيّنه في هذا الكتاب. لذلك ستعد قراءة الكتاب غير مكتملة حقاً إلا بقراءة القسم العلمي والرياضي الوارد في الفصل السادس*. فبعد التعريف بمنهج العلم الحديث، وسمات علمنا العربي الإسلامي، أبدينا بعض الملاحظات حول هذا العلم، ليس من قبيل النقد، بل من جانب النواقص التي تلزمه لكي يقارب العلم الحديث، ثم تحدثنا عن التحولات التي أدت إلى انبثاق فجر العلم الحديث في الغرب. وأخيراً حاولنا أن نبرز الموانع التي حالت دون انبثاق العلم بشكله الحديث في عالمنا العربي الإسلامي. وكان هذا الفصل بعنوان « تراثنا وفجر الغلم الحديث ». وأخيراً أنهينا الكتاب بأمثلة تبرز تطور الأفكار والمفاهيم منذ اليونانيين أو الهنود أو الصينيين إلى العرب والمسلمين حتى مشارف عصر النهضة، بل وحتى عصر باسكال وفيرما ونيوتن. وسيجد القارئ أن أمثلتنا كلها مقصورة على الفيزياء والرياضيات، وإن لم نُهمل تماماً الجوانب العلمية الأخرى في سياق هذا الكتاب.

ولكن يجب ألا نفهم من هذه الأمثلة أن باسكال قد أخذ مبدأ توازن السوائل عن البيروني، كما لانستطيع أن نؤكد أن نيوتن قد أخذ نظرية الإصدار في الضوء عن الحسن بن الهيثم. فالأفكار عامةً، كالبذور التي تذروها الرياح، لانعرف أيها سيثمر، ولانعرف في أي أرض.

---

* ولكن هذا لايعني أن قراءة القسم الأول (أي الفصول الخمسة الأولى) غير كافية بل تعطي فكرة لابأس بها عن المستوى العلمي الذي وصل إليه تراثنا.

- الفصل الأول -

العلم والمنهج العلمي:

مدخل:

يقول الدكتور فؤاد زكريا في كتابه التفكير العلمي:

"بعد أن بدأ تراثنا العلمي، في العصر الذهبي للحضارة الإسلامية، بداية قوية ناضجة سبقنا بها النهضة الأوروبية الحديثة بقرون عديدة، مازلنا إلى اليوم نتجادل حول أبسط مبادئ التفكير العلمي وبديهياته الأساسية. ولو أن خط التقدم ظل متصلاً منذ نهضتنا العلمية القديمة حتى اليوم، لكنا سبقنا العالم كله في هذا المضمار "[1].

فيا ترى هل وجدت في الحضارة الإسلامية عوامل تؤدي إلى هذا السبق حقاً؟

لاشك في أن البحث العلمي بدأ بداية قوية في هذه الحضارة، ولكن هل كان هناك منهج علمي سليم بالمعنى الذي نعرفه اليوم؟، وهل كان هناك منهج علمي حقاً في تراثنا متفق عليه ويأخذ به الجميع. أو هناك مايشبه الإجماع على الأقل على هذا المنهج؟ وإذا صح وجود هذا المنهج، فهل أصبح خلقاً من طبيعة الجماهير؟ إننا نشك في ذلك. وستتضح في ثنايا هذا الكتاب الأسباب التي تدعو إلى هذا الشك، ومن ثم إجابتنا عن هذه الأسئلة.

ولكن لابد أولاً من أن نتفق على سمات العلم الأساسية وعلى خطوات المنهج العلمي. وسيكون نموذجنا الأمثل في ذلك هو نموذج العلم الحديث الذي بدأت تتضح معالمه مع كبلر وغاليليه ونيوتن. إذ ليس لدينا نموذج آخر أثبت منه فعالية وعطاءً.

لم يعد التفكير العلمي في هذا النموذج سراً من الأسرار. ولكن هذا لايعني أنه أصبح خلقا لدى جميع الشعوب. فلست أذيع سراً إذا قلت إن طريقة معالجتنا للأمور لاتزال اعتباطية إلى حد كبير. فنحن لم نتفتح على المنهج العلمي الحديث إلا منذ أقل من مئة عام. ومدارسنا الثانوية أو مايشبهها بدأت تقريبا مع بدايات هذا القرن. وعلى رغم ذلك نجد كثيرا من تصرفات شباننا وشيوخنا لاتزال بعيدة عن التفكير السليم فبعضهم يضع اللوم على المدرسين، وآخرون يضعون اللوم على كثافة المناهج والمعلومات، ويلقي غيرهم اللوم على انعدام ممارسة التلاميذ للبحث والعمل التجريبي. وهذا كله صحيح إلى حد بعيد. ولكن هل باشرت مؤسساتنا في إقامة مراكز معترف بها للبحث العلمي إلا منذ عهد قريب؟ وهل في تراثنا وخلقنا وتخلقنا الثقافي الذي ورثناه عن أجدادنا ما يمكن أن نصفه بروح البحث العلمي الصحيح؟

إن مكتبتنا العربية لاتخلو من الكتب التي أسهبت في شرح طرائق البحث العلمي أو التفكير العلمي. ولكن المشكلة ليست في قله هذه الكتب، بل في قرائها. وحتى الذين قرؤوها هل تخلقوا بنمط سلوك البحث العلمي؟ ... إذا كان قراء هذه الكتب قلة، فالأقل منهم من تخلق بهذا السلوك، حتى من كان منهم قد تخصص في مجال علمي. فهو في عمله شيء، وفي سلوكه اليومي شيء آخر. وربما كان مرجع ذلك هو أن تراثنا نفسه، الذي ورثناه (من غير أن نعرف مداه) لم يكن تجربة علمية مكتملة تعطي الخبرة المتأصلة المتوارثة، لأنه لم ينتشر بين العامة، و لم تكن له قاعدة عريضة، كما لم يتخذ شكل أيديولوجية علموية.

وإذا كنت ألوم التراث لتقصيره في بعض الأمور التي سنوضحها فيما بعد، فإني أجد بعض العذر لأجدادنا. فالإنسان ليس وليد العقل والفكر فحسب، بل هو

وليد الخبرة. والطريق القويم ليس سهلاً مسلكه، بل ليس سهلاً اكتشافه بالأحرى. والمشكلة هي أن معظم باحثينا لم يحاولوا إبراز هذا الجانب المفقود من تراثنا.

لقد أُلفت في التراث العلمي عند العرب المسلمين كتب كثيرة، ولكن معظمها يكتفي بالمديح والتبجيل والاستشهادات التي ترفع من شأن هذا التراث. وحين نسأل ماهو هذا التراث الذي تتحدثون عنه، لانسمع إلا أسماء رجال تكال لهم عبارات التفخيم من دون أن نعرف ما الذي فعلوه تحديداً. وكم من مرة سُئلت: ما الذي فعله المسلمون، إننا لانرى آثارهم ماثلة في كتبنا؟ فلم نقرأ في هذه الكتب إلا أسماء تالس وفيثاغورس وأبولونيوس وبطليموس وأبقراط وأرخميدس وكبلر وديكارت وكوبرنيك وغاليليه ... إلخ. فأين هم هؤلاء المسلمون الذين عملوا في العلم من كل هذا الذي نقرؤه في كتب الهندسة أو الجبر أو الفيزياء أو البيولوجية؟ إنها أسئلة ضخمة تحتاج إلى مجلدات، ولكن أهم ماسنحاول إظهاره هو ما للعلم في الحضارة الإسلامية من عطاءات بوجه عام وماله من نواقص استكملها الغرب.

وأود أن أبين منذ البدء أن مساهمة المسلمين الأساسية هي في اتباع بعضهم لطرق علمية* لايزال يؤخذ بها إلى الآن. هذا إلى جانب أعمالهم في الرياضيات كالجبر والمثلثات المستوية والمثلثات الكروية، وإن تكن أعمالهم في كل هذا لاتخلو من معايب. ولكن إظهار ذلك يتطلب، إلى جانب المعرفة بأسس المنهج العلمي السليم (المتبع حالياً على الأقل)، معرفة أيضاً بطبيعة العقلية التي ظهر هذا العلم في مناخها، وذلك لكي نفهم جيداً جوانب التقصير في هذا العلم. ثم علينا أن نضع بين يدي القارئ المطلع أمثلة ملموسة من هذا التراث ونبيِّن الجانب الإبداعي فيه

---

* كالطرق التجريبية في الفيزياء التي اتبعها ابن الهيثم والبيروني، وطرق الاستدلال الرياضي التي استعملها ابن الهيثم. وطرق جابر بن حيان في الكيمياء، وطرق تعليم الطب والتشريح.

ونقارنه بمثيله الحالي لكي ندرك صحة ما أوردناه في السابق عن سمات هذا العلم وحسناته ونواقصه، إذ ليس كالمثال مايبرز الغاية ويجسد القصد.

عليَّ أولاً أن أتجنب كل التباس في قولي "العلم"، فأنا أعني به مايقصد في الفرنسية (أو الإنجليزية) من كلمة science أي الفيزياء والكيمياء والبيولوجية وعلوم الطبيعة عامة إلى جانب الرياضيات التي تذكر مع هذه العلوم لحاجتها إليها وليس لأنها أحد فروعها.

العلم:

سمات أساسية:

لايكون العلم علماً حقاً من دونها.

أولاً – لاتعد المعرفة معرفةٌ علمية إلا إذا كانت مؤيدة بحقائق ملموسة مباشرة أو غير مباشرة، وبحجة مقبولة. فقول عبد اللطيف البغدادي (1162 – 1231) عن الصوت بأنه«أثر حادث في الهواء تابع لتصادم الأجسام بقوة، ولايزال الهواء المتأثر بذلك يتدافع بكسب مجاوره أثره حتى يصل إلى العصب المفروشة على الصماخ التي هي بمترلة الرق على الطبل. وهناك موضع السمع وقوة الإدراك. وهذا الأثر الحادث في الهواء المسمى عند إدراكه صوتاً إنما هو دوائر أو قطع دوائر »[2]. إن هذا القول هو معرفة معقولة ويمكن أن نسميها فرضية، ولكن لايمكن أن نقول إنَّها معرفة علمية إلا إذا تأكدنا منها بالتجربة الملموسة المباشرة أو غير المباشرة.

بالمقابل، يمكن أن نحصل على حقيقة مشاهدة. ولكن يصعب أن نقول إن معرفتنا بها معرفة علمية مكتملة. ومثال ذلك أن النجوم والشمس والكواكب تبدو كأنها تدور يومياً دورة كاملة حول الأرض. هذه حقيقة مشاهدة وهي ظاهرة

علمية، ولكن يظل الشك يخامرنا في أن تدور هذه الكواكب دورة واحدة في اليوم حول الأرض، ولابد أن في الأمر سراً. وكان أرسطرخوس وكثيرون ممن أتوا بعده مثل الحسن بن الهيثم، ظلوا على ريبتهم. بل لقد بيَّن البيروني فيما أذكر أن من الممكن أن يبدو الأمر هكذا فيما لو فرضنا أن الأرض هي التي تدور حول محورها. وقد تأكد هذا الظن الأخير في تجربة فوكو. وعندئذٍ أصبحت هذه الظاهرة حقيقة علمية، يؤكدها الواقع وهي معقولة.

ثانياً – صحيح أن العلم يبدأ تراكمياً تضاف فيه كل معرفة جديدة إلى معرفة قديمة دون رابط واضح بينهما. ولكن العلم في هذه الحال يبدو كمجموعة من الحجارة المتراكمة التي لاضابط لها. وهذا لايعد علماً بالمعنى الصحيح. لأنه تراكم فقير لايستفاد منه فائدة حقيقية في التطبيق أو في الفهم الذي هو غايتنا الأساسية من العلم، وهي أن نعي ماحولنا.

فكل علم من العلوم هو بنية تتكامل وتتسع بانتظام. لأن كل معرفة علمية في نطاقه، يجب أن تجد مكانها في هذه البنية. فإذا لم تجد لها مكاناً، وجب إجراء بعض التعديل إما في طريقة فهمنا للحقيقة وإما في البناء ذاته.

وقد نجد في نتيجة هذا التوسع في البنيان أن عِلْمنا بدأ يفسر أموراً في علمٍ آخر حتى أصبح الثاني مندمجاً مشمولاً في الأول. وهذا ماحدث للكيمياء بالنسبة للفيزياء. وهذا أيضاً ما يحاوله العلماء اليوم لكي تشمل الكيمياء البيولوجية.

قد تبدو النظريات العلمية عند تنامي العلم وتكامليته واتساع شموليته، نسبية قابلة للتبدل. وهذا لايعيب العلم، بل هو إقرار متواضع بأن الإنسان لايمكن أن يعرف معرفة يقينية ثابتة أبدية. فهو مادام كائناً حياً يزداد وعيه لنفسه ومحيطه باستمرار، مضطر دائماً لأن يبدل نظرته إلى العالم المحيط به. ولكن هذا لايعني إلغاء المعطيات العلمية السابقة، بل دمجها في إطار أوسع. فحين أتت نظرية نيوتن في

الثقالة، احتوت كل النتائج المتعلقة بسقوط الأجسام التي توصل إليها غاليليه، سواء أكان سقوطها حراً أم على مستوٍ مائل أم حين تكون معلقة فتهتز. وحين أتت النظرية النسبية في الثقالة، شملت كل النتائج التي توصلت إليها نظرية نيوتن. فهذا التبدل لايعني أننا استغنينا عن غاليليه أو عن نيوتن. كل مافي الأمر أننا استبدلنا بنظرة نيوتن إلى الثقالة كقوة تأثير عن بعد، نظرة للثقالة تقول إنها تعبير عن خاصة هندسية في الفضاء المحيط بالجسم المادي، وأصبح فهمنا للثقالة أعمق وأشمل.

وهكذا يختلف العلم عن الفلسفة والفن. فالعلم هو بناء واحد يتكامل ويتسع. أما الفلسفة،فلكل فيلسوف بناؤه وفلسفته. وقد تتكامل الفلسفات كل واحدة بمفردها. لكن لايتمم بعضها بعضاً. وهي تُدرس باستمرار (القديم منها والحديث). لأن كل فلسفة تقوم على تصورات للعالم تختلف عن تصورات أخرى، فهي لذلك تظل مجال إلهام ومصدر وحي لكل مريد.

وكذلك الفن، فالعمل الفني هو معطى من المعطيات بكل ثرائه وغناه. فهو دائماً يصلح نموذجاً، وهو دائماً مصدر معلومات ومعارف. وكلما كان العمل غنياً معبراً طال أمد بقائه وإيحائه، فنرى فيه، في كل يوم شيئاً جديداً، وهذا نتيجة لمقدرة الفنان على تكثيف اللحظة وإظهار غناها، سواء أفي ذاته أم في موضوعه.

ثالثاً – العلم بناء منظم ينطبق من أوليات ويسير بالتدريج نحو التعقيد بحيث لايمكن فهم سوية من سوياته إلا بعد فهم سابقاتها. فالعلم ليس مجرد كومة من الحجارة، إنه بناء تتراصف حجارته. بل إن لكل لبنة فيه مكانها الذي لايمكن أن يحتله غيرها. والفكر المشوش لايمكن أن يكون علماً.

إن العلم منظم لأنه يفترض وجود نظام في الكون، بمعنى أن الكون خاضع لقوانين ثابتة أزلية. والعلم هو الجهد المبذول لفهم هذا النظام وقوانينه.

ومنذ أن بدأ الإنسان يفكر ويتأمل، فرض وجود نظام يسيطر على الكون.

فالإنسان البدائي الذي قام بأولى مغامراته العقلية، فسّر ظواهر الكون على شكل أسطوري، أو بتعبير آخر فرض أن الصلات بين هذه الظواهر، تقوم على منوال ما ينظم علاقات الناس بعضهم ببعض، من ثورة وغضب وحب وزواج وحسد وغيرة. وهذا أول عهدٍ للإنسان بإسقاط نوعٍ من المعقولية التي كان يفهمها على العالم نفسه. وهذا طبعاً فهم يفترض نظاماً يقوم على الغايات الشخصية. ثم تَحوّل الإنسان إلى فرض وجود عمال ينفذون مشيئة الإله بتسيير هذا الكون. ثم تخلى الإنسان شيئاً فشيئاً عن هذه النظرة الميتافيزيكية، وبدأ يفكر بروابط أوحتها له آليات الأدوات البسيطة التي كوَّنت لديه بعض المفاهيم الأولية. وقد انتهت هذه النظرة إلى اعتبار الكون منظماً على شكل ميكانيكي، وهذا ما أدى إلى النظام الميكانيكي الذي نادى به نيوتن.

أما اليوم،فتبدو معقولية الكون في نظامه قائمة على أسس رياضية عالية التجريد، حتى لتبدو أشبه بالألغاز. لأنها بعيدة جداً عن أشكال تصوراتنا اليومية، وهي تحاول بهذا جمع العلوم كلها بنظرية واحدة، ولكن مازال ذلك بعيداً. على أن هذا كله لم يمنع أبداً من أن نثابر على تعلم النظام الميكانيكي، لأنه أقرب إلى الحس الفطري عند الإنسان، فهو لذلك مفيد ويسهل تطبيقه.

ونذكر من جديد أن العلم يقوم على أوليات، وعلى مفاهيم أولية أساسية محددة. ويستحسن أن يكون بالإمكان تعريف هذه المفاهيم بقياس عددي أو بتعريف رياضي.

والآن إذا نظرنا إلى تراث العالم من العلم قبل عصر النهضة في الغرب، وجدنا أن هذه السمات الأساسية غير متوافرة فيه، فلا هو مكوَّن من معارف علمية حقاً، ولا هو بنية متكاملة قابلة للتوسع. بل هو مجموعة مبعثرة من المعارف التي يكاد ألا يكون بينها أي ترابط. فهذه المعارف غير منظمة ولاتنطلق من أوليات

ومفاهيم معرفة بصورة جيدة. بل إن أولياتها وتعاريفها هي أشبه بأوليات الفلسفة التي يعتمد كل فيلسوف نوعاً منها بمفرده. وهكذا نجد عند أحدهم مفاهيم لانجد لها مثيلاً عند الآخر. لذلك لانستطيع أن نقول إن تراثنا العلمي هو علم بالمعنى الذي نعرفه اليوم، وإنما هو مجموعة معلومات وأفكار متفرقة.

أما في الرياضيات (وبعضهم لايعدها من جملة العلم كما ذكرنا). فنجد مثل هذا البناء المتكامل المنطلق غالباً من مفاهيم محددة ومن أوليات تسير نحو التعقيد. لذلك سنجد أن أمثلتنا يغلب عليها طابع الرياضيات.

والآن دعونا نرى كيف يمكن بناء هذا العلم.

منهج البحث العلمي:

يسير المنهج العلمي على خطوات متتالية، تعقب كل خطوة سابقتها. ولكن هذا لايمنع من أن الباحث قد يضطر للعودة إلى الخطوات الأولى وماحققه فيها، إما ليتأكد من شيء، أو ليقوم بتعديل ما لكي يقوّم مساره، إلى أن ينتهي إلى القناعة باكتمال عمله وإعطاء النتيجة.

ولنا في علم الفيزياء أوضح مثال عن هذه الخطوات. لأن الفيزياء هي العلم الذي اكتمل منهج البحث فيه حتى ليدعي لنفسه حق الهيمنة على ماتبقى من العلوم، كالكيمياء والبيولوجية والبيئة والفلك بوجه خاص.

وتسير خطوات البحث في الفيزياء على النحو التالي:

1 – ملاحظة الظاهرة.

2 – فرضية يمكن الاستعانة بها على ربط أحداث الظاهرة بعضها ببعض بقصد تعليلها.

3 – الاستعانة بالفرضية والمفاهيم المتوافرة (أو إذا لزم الأمر تجريد مفاهيم

جديدة وتعريفها) في صياغة قانون رياضي يمكن التنبؤ بواسطته بأحداث لم يسبق أن شوهدت. أو تساعد على زيادة التدقيق في تلك التي شوهدت.

4 – تجربة لاختبار صحة توقعات الفرضية والاستنتاجات السابقة.

5 – في حال ثبوت النتائج بكل الأوجه التي يمكن تصورها. تثبت الفرضية والقانون أو تعاد خطوات العمل أو بعضها من جديد أو يجرى عليها التعديل وهكذا...

6 – يسعى الباحث بعدئذٍ إلى ربط نتائجه بنظرية أشمل لكي تتنامى البنية العلمية وتزداد شمولاً. وهذه النظرية تفسر جملة من الظواهر دفعة واحدة، وكلما ارتقت النظرية في الشمول ازدادت دقة في الوصف وازدادت تجريداً.

في حال أن الظاهرة لاتحتمل سوى الوصف، ولاتحتاج إلى قانون رياضي أو بالأحرى لم تبلغ هذه المرحلة، يمكن أن يستعان بالمعادلات الكيماوية مثلاً. أو يستعان بالتفسير الفيزيائي الكيفي كما هو الحال في العلوم الطبيعية (علم الحيوان، علم النبات، أو البيولوجية). ولكن الكيمياء أصبحت أو كادت فرعاً من الفيزياء، حتى لقد أصبحت مجالات البحث المتقدمة جداً فيها هي أقرب إلى الفيزياء منها إلى الكيمياء التي عرفناها في مدارسنا الثانوية.

وفي حال البحث التجريبي البحت الذي يصعب إجراء بحث نظري فيه، يُلجأ عادة إلى عمليات استقراء طويلة. وعندئذٍ، وبعد إجراء استقراء كامل لكل الظروف التي يمكن أن تحيط بالظاهرة، يمكن التوصل إلى فرضية ومتابعة العمل في الاختبار أو حتى يمكن الوصول إلى قانون رياضي يصف الظاهرة بدقة مرضية من الناحية العملية.

ويجب الانتباه إلى أن قولنا إن العلم موضوعي، يعني أن على العالم ألا يتقيد

بأفكار سابقة أو يقبلها دون تمحيص. ولكن هذا لايعني أن لايكون لدى العالم رؤية ذاتية كثيراً ماتكون صائبة، هذا بشرط أن يؤكد صحة رؤيته بالاختبار، ولولا ذلك لما قام علم أبداً. لأن العلم حبل مشدود بين التجربة الحسية الملموسة، والجهد العقلي المتأمل.

فالبحث العلمي ينطلق من الملاحظة المنظمة للظاهرة الطبيعية التي يريد دراستها. وهذا يفترض عملية انتقاء للوقائع التي يُراد دراستها وعزلها عن الوقائع الأخرى التي تتشابك معها في الطبيعة. فإذا أردنا دراسة سقوط حجر، عندئذٍ نكتفي بالنظر إلى عملية السقوط، والزمن الذي استغرقه الحجر في السقوط، والمسافة التي سقطها، ومتابعة حركته، أهي تبدأ بطيئة ثم تتسارع، أم أنه يسقط بسرعة ثابتة. وفي حال دراسة سقوط الحجر لايهمنا لونه ولاتركيب مادته ولامصدره. فنحن نكون إذن قد عزلنا حادث السقوط عن كل ماعداه واكتفينا بتأمل العناصر المتعلقة بالسقوط من مكان وزمان وسرعة.

على أن البحث القائم على الملاحظة المباشرة، استنفذ مجالاته تقريباً، و لم يعد لدى العلم إلا الأبحاث القائمة على الملاحظة غير المباشرة التي تحتاج إلى المجاهر الضوئية والمجاهر الإلكترونية ومقاييس الطيف والمسرعات والمصادمات الضخمة. فملاحظة المورثات وبنية الخلية وتركيب البروتينات تحتاج إلى مجاهر أو حتى إلى مجاهر إلكترونية وإلى استخدام الأشعة السينية لكشف بنية البروتينات الفيزيائية مثلاً وبنيتها الكيماوية. وتستخدم المسرعات والمصادمات لدراسة الجسيمات المادية، كما تستخدم الأشعة السينية لدراسة التركيب الفيزيائي للبلورات (الأجسام الصلبة).

وبعد تسجيل نتائج هذه الملاحظات المتكررة للظاهرة المطلوبة، بكل جوانبها وظروفها، والتأمل فيها، تأتي مرحلة الفرضية. والفرضية هي اجتهاد ذاتي يقوم به العالم. فهو يتصور أن الظاهرة تحدث على نحو معين أو نتيجة لسبب معين. فإذا ما

اطمأن إلى فرضيته ووجدها معقولة، يلجأ إلى اختبارها، فيفرض شروطاً معينة لو توافرت، وكانت فرضيته صحيحة، لترتب عليها نتيجة معينة. وبإجراء الاختبار باستعادة الظاهرة ضمن هذه الشروط، يمكن الاطمئنان إلى حدٍ ما إلى صحة الفرضية. ولكن يحسن استنتاج عدة نتائج وإخضاعها كلها للاختبار.

فالباحث يستعين إذن بالفرضية وبذخيرته مما يلزم من المفاهيم للوصول إلى نتائج معينة. ويفضل في الفيزياء أن تؤدي الفرضية إلى قانون رياضي يمكن التنبؤ بواسطته بنتائج معينة، ثم يجري التأكد منها تباعاً بالتجربة. وهذه هي مرحلة الاختبار. فإذا أتت النتائج مطابقة للتوقعات، كانت الفرضية مقبولة. ولكن لابد من إعادة الاختبار عدة مرات، وباستبعاد كل سبب آخر يحتمل أن يؤدي إلى النتيجة نفسها.

فإذا ثَبَتَت النتيجة المتوقعة في كل الأحوال ثُبِّتت الفرضية أو ثُبِّت القانون، وإلا وجب تعديل الفرضية أو القانون أو كليهما.

ولايقوم بهذه الخطوات عالم واحد، بل غالباً مايقوم بها عدد من العلماء، وعلى مراحل منفصلة. فحين توصل العالم الفرنسي لوي دوبري إلى نتيجة مفادها أن كل جسم متحرك ترتبط به موجة* حدد طولها بقانون، وجد أن استنتاجه مقبول، لاسيما أنه أمكن بهذا الاستنتاج (أو الفرض)، تفسير عدة ظواهر معاً، ولكن ذلك كله لم يكن كافياً لوضع نتيجته في عداد الحقائق العلمية. و لم تثبت كحقيقة إلا عندما أثبت عالمان أميركيان بالتجربة وجود هذه الأمواج وتداخلها. وعندئذٍ منح الثلاثة جائزة نوبل.

وعندما تأمل كريك وواتسون في بنية نواة الخلية، توقعا أن يكون الصبغي

* ظل لوي دوبري متمسكاً برأيه في أن للجسيم كيانه الخاص، وترتبط به موجة. على أن معظم العلماء اليوم يعدون الجسيم هو في الوقت نفسه جسيم وموجة.

على شكل لولب. وقد أوحت كثير من التجارب بأنه مزدوج، ولكن لم يثبت ذلك إلا حين شوهدت عملية انقسام الخلية الخيطي ودراسة بنية هذه الصبغيات بالأشعة السينية. وعندئذ نال كريك وواتسون جائزة نوبل.

ويسعى العلم دائما إلى التوحيد والشمولية. فكلما استطاع العلم أن يجمع عددا من الظواهر تحت راية نظرية واحدة، كان عمله أكثر عمقا في المجال العلمي. فبعد أن درس غاليليه حركة سقوط جسم على الأرض سقوطا حرا وعلى مستو مائل، استطاع نيوتن أن يقرن هذا كله بحركة دوران القمر حول الأرض ودوران الكواكب حول الشمس، وبذلك وجد نظرية شملت أعمال غاليليه إلى جانب ظواهر أخرى، وأعطى نظرية عامة أمكنها أن تفسر أيضا قوانين كبلر. وقد بيّن نيوتن أن كل هذه الظواهر هي نتيجة لوجود قوة تجاذب بين المواد، وقد حدد مقدارها بعملية حدسية (بفرضية) استطاعت أن تتنبأ بحركات الكواكب بدقة كبيرة، مع بعض الاختلاف الطفيف في مسار عطارد عن النتائج المتوقعة. ثم أتت النظرية النسبية التي عدلت نظرية نيوتن وتوقعت ظواهر جديدة، كانحراف الضوء بالقرب من جسم (كبير) كالشمس، وبتقلص الزمن في حقل ثقالي. وقد ثبت ذلك كله بالملاحظة والاختبار، إضافة إلى تفسير تغيرات مسار عطارد.

وكلما ارتقت النظرية في الشمول واتسعت مجالات تطبيقاها، ازدادت دقة وتجريدا. فنظرية نيوتن دقيقة وشاملة ولكن نظرية أينشتين أكثر دقة وشمولا، وهذا ماتسعى العلوم كلها إليه. وحين اكتشف مندل Mandel قوانين الوراثة، كان مجال تطبيقه محدودا بنبات البسلة، ثم عند اكتشاف الصبغيات وتركيب النواة، أمكن تفسير عمليات الوراثة كلها عند الحيوانات والنباتات، وتبين أن هناك نمطا واحدا تقريبا أو نمطين لتكاثر الخلايا. وفسرت عملية النمو وليس الوراثة وحسب، بل فسرت عملية تكون الجنين، وأمكن بالاختبار التأكيد على أن المورثات في جسم ما

هي واحدة في كل الخلايا، حتى لقد أمكن إجراء عملية استنسال ضفدع وفأر ونعجة، وربما أمكن استنسال إنسان في المستقبل. وقد استفادت نظرية التطور من ذلك، فبلغت مرتبة كبيرة من الشمول، ولكنها لم تبلغ بعد مرحلة الدقة التي تؤهلها لأن تكون في مصاف النظريات الكبرى في الفيزياء.

. ولكن العالم الباحث الذي يغلب عليه الطابع النظري أكثر من العملي يحاول، كما يقول أينشتين « وبأية وسيلة، ولكن وفق منطقه الخاص، أن يرسم لنفسه صورة عن العالم بسيطة وواضحة » وهذا لن يتيسر له إلا إذا أبعد عن ذهنه تعقيد الجزئيات والتفاصيل التي لا حصر لها، فهو يحاول إذن أن يتجاوز العالم الذي يعيشه، لأنه يجتهد أن يستعيض عنه بهذه الصورة [المبسطة] »[3]. وهذا ليس وقفاً على العالم فحسب بل إن الرسام والشاعر والفيلسوف، يحاولون الشيء ذاته.

فمهمة العالم النظري في سعيه إلى نظرية شاملة هي أن يبحث عن القوانين الأساسية العامة التي تتيح له، كما يقول أينشتين « انطلاقاً منها وبالاستنتاج البحت، أن يرسم صورة للعالم »، ويتابع أينشتين قائلاً: « لا يوجد أي طريق منطقي يقود إلى هذه القوانين الأساسية، لذلك نلجأ إلى الحدس المتنامى مع تقدم التجربة »[4].

والحقيقة هي أن الباحث أياً كان، يلجأ إلى هذا الحدس المتنامي مع التجربة. وهذا ما سنراه في مثالي كبلر وغاليليه، ولابد من الإشارة إلى أن ضياع الإحساس الداخلي يؤدي إلى حيرة وضعف في اليقين يجعل العالم يضل عن طريقه. فأينشتين يتابع قائلاً « إن ضعف اليقين هذا في الطريقة المتبعة يمكن أن يجعلنا نظن أن كل المنظومات النظرية المتكافئة في قيمتها المنطقية تتكافأ في هذا الشأن »[5]. وهذا يؤدي طبعاً إلى حيرة ولا أدرية، وإلى القول إن من المستحيل علينا كشف الحقيقة، وهذا كما سنرى ما دفع الحسن بن الهيثم إلى تبرئة نفسه من أن تكون تصوراته ممثلة لحقيقة راهنة. فطَرْحُ فرضيةٍ ما أمر يحتاج إلى إيمان وعزم وتصميم.

فإما أن تؤيد الوقائع وجهة نظره، أو تخطئها. ولكن الحيرة والتردد لن تؤدي إلى شيء في النتيجة. وهذا ما أفقد بوانكاريه ذيوع اسمه كأحد مكتشفي النظرية النسبية إلى جانب أينشتين.

ويشهد تاريخ العلم على ذلك. فكثيراً ما لعبت التصورات الشخصية المسبقة دوراً مهماً في شرح الظواهر وتفسيرها وكشف قوانينها الخفية. وهذا لا يتناقض مع الموضوعية، فمادامت هذه التصورات خاضعة للاختبار، فلا خوف أبداً من إدخال عامل ذاتي. بل إن الإبداع يتجلّى أكثر ما يتجلى في هذه المرحلة بالذات التي تؤدي إلى الفرضية (أو إلى الشمولية). إن الفرضية، في حقيقة الأمر، هي استشفاف ما وراء الظواهر. وهذا جانب ذاتي في الاكتشاف.

ويجب أن لا ننسى المفاهيم التي يصوغها الباحث، فهي تلعب دوراً مهماً في التعبير عن الفرضية وفي استنتاج ما يترتب عليها من نتائج، وهي تيسّر الشروح. وعلى قدر ما تكون هذه المفاهيم مصوغة بحذر ومهارة، يسهل الشرح ويسهل التخاطب ونقل الخبرة إلى الآخرين، وتسهل صياغة القوانين وبخاصة الرياضية منها. ولولا المفاهيم لما أمكن أن تقوم اليوم مدارس ابتدائية وثانوية وجامعية. فهي تجعل العلوم التي كانت تحتاج إلى مستوٍ متقدم جداً في النضوج لفهمها تدرس في المدارس الثانوية.

ولعل الطريقة التي كشف بها كبلر قوانينه الثلاثة لحركة الكواكب والطريقة التي اكتشف بها غاليليه قانون سقوط الأجسام، خير مثال لتوضيح هذا المنهج والملاحظات التي دارت حوله، وبخاصة مسألة التصورات الشخصية والعامل الذاتي في تحقيق الاكتشاف. ولن نورد هذين المثالين لبساطتهما فحسب، بل لأنهما أول ممارسة عملية اختطت الطريق الذي سار عليه علماء عصر النهضة ومن أتى بعدهم، وفتحت الباب على مصراعيه لابتكار تفرعات لهذا المنهج إلى أن أصبح البحث العلمي مهنة حقيقية يكتسبها المرء بالمران وبشيء من الموهبة، إذ لها

قواعدها وأصولها بعد ما كانت مقصورة على فئة من الموهوبين من ذوي الميول العلمية. وسنكتفي هنا بالحديث عن كبلر ونؤجل الحديث عن غاليليه لارتباط عمله بعمل ثابت بن قرة. ولكن علينا أن نشير إلى أن غاليليه (1564 – 1642) وكبلر (1571 – 1630) عاشا في عصر واحد، وأن الأول يمثل الفكر الاستنتاجي قبل الاستقرائي في حين يمثل الثاني الفكر الاستقرائي قبل الاستنتاجي. ولكن العامل الذاتي أو الرؤية الشخصية موجودة في الحالين، وهذا ما سنسعى إلى إيضاحه وإبراز أهميته.

قوانين كبلر الثلاثة:

كانت حركة الكواكب بالنسبة لكبلر عبارة عن موسيقى تعبّر عن الكمال الإلهي[6]. وكان هذا التصور إنقاذاً لكبلر من التخبط في تعقيدات الظواهر الفلكية. فبدلاً من التشويش والتعقيد الذي يبدو في حركات الكواكب، كان كبلر يرى فيها نظاماً واتساقاً. فهو يرى أن مدارات الكواكب كلها هي دوائر، لأن الدائرة أبسط الأشكال وأكثرها تنسيقاً وجمالاً. ثم أليس هذا ماكان يراه أرسطو مع اعتبار الأرض هي المركز. وهذا ماكان يراه كوبرنيك مع اعتبار الشمس هي المركز. ثم إن مدار عطارد الذي عينه المسؤول عن المواقيت في الجامع الأموي، ابن الشاطر، (توفي 1375)، هو دائرة أو قريب من الدائرة. فكل الأمور إذن تدعو كبلر لأن يعتبر مدارات الكواكب دوائر.

ولكن كبلر أراد أن يستفيد من الأرصاد التي قام بها سلفه وأستاذه تيخو براهه، وسلفه البتّاني، لكي يعين مدارات الزهرة والأرض والمريخ والمشتري وزحل (وهي الكواكب التي كانت معروفة في زمانه). فوجد، بعد التدقيق في هذه الأرصاد (وبالنسبة للأرض أولاً):

1 – أن السرعة الزاوية لِهذه الحركة تعود إلى قيمتها بعد مرور سنة فلكية

(أو يقال نجومية). وهذا يعني أن سرعة دوران المستقيم أرض-شمس تعود إلى قيمتها كلما عاد هذا المستقيم فاتجه إلى المنطقة نفسها من النجوم الثابتة، وقد استدل كبلر من ذلك أن بإمكانه أن يفرض بأن مدار الأرض منحنٍ مغلق. وهذا ما لم يكن متوقعاً سلفاً كحقيقة راهنة. وبحسب النظام الكوبرنيكي كان من الطبيعي أن يسري ذلك أيضاً على الكواكب الأخرى. وهذا أيضاً ما فعله ابن الشاطر بالنسبة لمدار عطارد.

2 - وجد كبلر أن السرعة الزاوية للمستقيم أرض-شمس تتغير مع أيام السنة. وهذه نتيجة تخالف توقع كوبرنيك بأن الأرض تدور حول الشمس بحركة دائرية منتظمة والشمس في مركزها. ولاسيما أن كبلر رسم اعتماداً على قياسات الزاوية شمس-أرض-نجم ثابت في مختلف أيام السنة، شكلاً مشابهاً لمدار الأرض فوجد أن المدار يختلف قليلاً عن الدائرة. عندئذٍ دخل العامل الذاتي، ما عسى أن يكون هذا المنحني لكي يحقق تصورات كبلر عن التنسيق والجمال؟ لقد وجد كبلر الجواب الملائم لمزاجه: إنه القطع الناقص (الشكل الإهليلجي) الذي يتحول إلى دائرة، والذي هو في الحقيقة ظل الدائرة على مستوٍ فيما لو سلط عليها ضوء من فوقها. ولما لم تكن الشمس في المركز، فلتكن إذن في أحد محرقي القطع الناقص[8]. لأن المحرقين ينطبقان على المركز في حالة الدائرة. على أن وجود الشمس في المحرق ليس نتيجة مؤكدة، وإنما هو تخمين قائم على الحس الجمالي*.

3 - من قياس المساحات التي يمسحها الخط شمس-أرض على الشكل المحاكي للمدار، استطاع كبلر أن يتحقق إلى حد ما من أن هذا الخط

* الحقيقة أن كبلر تحقق وبطريقة تقريبية طبعاً، بأن المسار الذي توصل إليه هو قطع ناقص.

بمسح مساحات متساوية في أزمنة متساوية. وهكـــذا وجـــد بديـــلاً للحركة الدائرية المنتظمة التي يحس بجمالها.

4 – بعد سنوات عدة تابع فيها دراسته لأرصاد الكواكب التي قام بها تيخـــو براهه ولأرصاده هو، استطاع أن يرسم أشـــكالاً مشـــابهة لمـــدارات الكواكب بالطريقة نفسها تقريباً التي رســـم بهـــا مـــدار الأرض (أو بالأحرى مشابهاً لمدار الأرض) واســـتنتج أن مكعـــب مـــدة دوران الكوكب حول الشمس متناسب مع مربع القطر الكبير لمداره الإهليلجـــي. وهذا بعد أن قاس مدة دوران كل كوكب ورسم شكلاً مشابهاً لمداره.

وهكذا افتتح كبلر، ثم معاصره غاليليه، عهداً جديداً في العلم، لم يسبق لـــه مثيل أبداً. ففي كل العصور التي سبقت كبلر وغاليليه لم يجرؤ إنسان على صياغـــة قانون فيزيائي صياغة رياضية كما فعل هذان العالمان. ولاسيما أن القياسات، مهما بلغت من الاتقان في عصرهما، لم تكن كافية لأن يستنتج الإنســـان مثـــل هـــذه الاستنتاجات. بل لم يفكر إنسان قبلهما بإمكان ذلك. فنحن نشاهد هنا إذن مثـــلاً للإيمان بوجود نظام واتساق في الكون، تضبطه قوانين رياضية صارمة، بل لقد كان كبلر يعتقد بأن الكون كله موسيقى تمجد الإله. ويقول أينشتين بهذا الصدد «إننـــا نشعر بمزيج من اللهفة والعزاء لمجرد التفكير برجل كان له مثـــل شـــهرة كبلـــر وجرأته»[9]. ففي عصره لم يكن هناك يقين، بل لم يكن هناك اعتقاد أصلاً بوجـــود قوانين عامة تسيطر على الطبيعة. لكن «كبلر كان يعتقد بذلك». بل لقد كـــرس سنوات عمره لكي يكشف جانباً من هذه القوانين.

[ولنلاحظ هنا أن أهم مفهومين استفاد منهما كبلر، وكانا حديثين نسبياً، هما مفهوم التناسب* في القانون الثالث، ومفهوم السرعة السطحية (مســـاحـــة في

---

* فكرة التناسب وجدت عند تالس وإقليدس منذ ماقبل الميلاد.

واحدة الزمن). وهذه المفاهيم لم ترد عند العلماء المسلمين بمثل هـذا الوضـوح. فكان هذا نقصاً ترك أثراً عميقاً في تاريخ العلم في الحضارة الإسلامية، في حين أن غاليليه كما سنرى استفاد منهما إلى أبعد حد].

لقد استنتج كبلر من قانونه الثاني (مساحات متساوية في أزمنة متساوية) أن الكوكب يسرع في سيره حين يكون قريباً من الشمس ويبطئ حين يكون بعيـداً عنها. وقد عبر عن ذلك بلغة صوفية « إن نغمة الموسيقى التي يرددها الكوكـب عند اقترابه من الشمس تصبح حادة مرتفعة (جواب)، ثم تعود فتنخفض وتصبـح عريضة عند ابتعاده عنها (أي تصبح قرار). وهذا انسجاماً مع تصورات كبلر عـن وجود موسيقى كونية[10]. ولربما كانت أفكار كبلر متأثرة بالأفلاطونيـة المحدثـة وبالمتصوفين المسلمين كجلال الدين الرومي والفارابي والسهر وردي. ولكن هـذا التفكير أصبح أكثر علمانية عند غاليليه ثم نيوتن وهويغنز ومن أتى بعدهـم. وإن كانت التصورات الشخصية (ولاتزال) تلعب دوراً كبيراً في تفكير العالم واتجاهاته، كما هو الحال عند فرادي وأينشتين ولوي ودوبري، ومنـدل في علـم الوراثـة وكريك وواتسون.

وأكثر مايدهش في عمل كبلر هو قانونه الثالث، فمن أرصاد مقصورة على ستة كواكب (وهي المعروفة آنذاك) استنتج قانوناً بهـذه الضخامـة والتعقيـد. فالأرصاد مهما بلغت من الدقة، وبخاصة في زمن كبلر لم تكن لتبلغ هـذا الحـد الذي يشد العزيمة على الاستنتاج، فالمسألة كما قلنا مسألة حدس وإيمان وجـرأة في الدرجة الأولى. وهي الميزة التي افتقدها علماؤنا المسلمون. فحتى حين كانوا يجرون التجارب، ويتوصلون إلى قياسات، لم تبلغ بهم الجرأة إلى استنتاج ما هو أبعد ممـا يراه القارئ العادي في هذه النتائج من تفاوت في القيم. وحتى فكرة التناسب الـتي ذكرها كبلر في قانونه الثالث بهذا الوضوح هي فكرة جديدة إلى حد ما بالنسـبة

للعصور الوسطى. بل هناك ما هو أدعى للدهشة. وهي أن كبلر كان يعين الزاوية التي يدورها خط شمس-كوكب و لم يكن يعين المسافة. فمن الجائز أن تكون هذه المسافة متغيرة تغيرات لا ضابط لها. ولكنه افترض أنها مضبوطة وأنها تسير وفق نظام يجعل المسار دائرة، وإلا فهو قطع ناقص.

وهناك ميزة هامة جداً، وهي أن كبلر، على رغم تأثره بأفكار أرسطو بأن الحركة التامة هي الحركة الدائرية، فهي أكثر انسجاماً مع تصوراته عن الكون، فقد عمد إلى إعادة النظر في الأرصاد ليكون قانونه قائماً على يقين، ولكنه يظل يقين الإيمان بالدرجة الأولى.

ولاشك أن النقلة النوعية في عمل كبلر هي التعبير عن أفكار في الطبيعة بمفاهيم رياضية. وهذه خطوة ليست سهلة أبداً. لأن الطبيعة تخفي في تعقيداتها وتشابك أحداثها كثيراً من مظاهر الانتظام التي نبحث عنها. والمفاهيم الرياضية، مثالية، ولا تنطبق إلا على انتظام يداني في دقته مثاليتها. وهذا غير متوافر أبداً مهما بلغت دقة القياس، فالأحرى في عصر كبلر، حين لم تكن هناك مناظير وتلسكوبات. فلابد لإطلاق الأحكام من توفر كثير من الحدس والبصيرة والجرأة في الدرجة الأولى.

وتدلنا أعمال كبلر في القرنين السادس عشر والسابع عشر، على طول المدة التي احتاجتها المفاهيم الأساسية لكي تبلغ مرحلة النضوج. فالإنسان لايولد واعيا لمفهوم القوة والسرعة والتسارع... إلخ. بل لابد له من المرور بكثير من التجارب والممارسات اليدوية والعملية والتطبيقية لكي يكتمل في ذهنه مفهوم ما. فكبلر مثلا لم يفكر بوجود قوة جذب عن بعد كما قال بعده نيوتن، وإنما احتفظ من العصور الوسطى بفكرة وجود ملاك لكل كوكب هو الذي يسيره. لكن هذا الملاك تحول عنده إلى روح باعثة على الحركة دعاها animus[11]. وأخذ العرب عن جان

فيلوبون* نظرية«القوة الدافعة »impetus[12]، إذ أنكروا فكـرة الفعـل الدافـع للوسط، ووضحوا بالمقابل فكرة اكتساب قدرة من المحرك نتيجة الحركة. وأدخـل ابن الهيثم كما سنرى فكرة "الاعتماد" دون أن يعطيها معنى واضحاً محـدداً، وإن بدا لنا أنّها أشبه بكمية الحركة أو مايسمى الآن "الاندفاع". وهكذا نرى مقـدار التخبط الذي يسير فيه العقل البشري وهو يتلمس طريقه إلى تكوين مفهوم واضـح محدد في نهاية الأمر.

وقد ظل هذا الغموض يكتنف كثيراً من المفاهيم حتى عصر النهضة، ويقـول لوي دوبروي بهذا الخصوص[13]: «إن طرائق القرون الخالية وفكرها كانا مـايزالان يمتدان بالقليل من تأثيرهما إلى القرن السابع عشر. إذ إن العلماء كانوا يكتفـون آنذاك على غرار أسلافهم بتفسيرات كلامية محضة وتعاريف غير كافية الوضـوح والتحديد، الأمر الذي أفقر المجهود العلمي في العصور الوسطى». وهذا ماسـنراه عند دراستنا للتقصير الذي خلفه انعدام وجود تعريف للسرعة والتسارع ولغيرهمـا من المفاهيم.

وحتى ديكارت نفسه (1596 – 1650) «على الرغم من تمتعه بذهنية واضحة وقدرة رياضية فذة، لم يكن يعرف كيف يعرّف بكل وضوح طبيعـة الاندفـاع الشعاعية (المتجهية). فكان يغرق تلاميذه في صعوبات كبيرة نتيجة للبلبلة الموجودة في ذهنه وعدم قدرته على تحديد تصور كان غامضاً لديه »[14] على رغم أنه نقلـه عن ابن الهيثم الذي عبر عنه ببساطة. فلنا أن نتساءل إذن ماهي العوامل التي هيـأت للفكر أن يعمل وللتجربة والممارسة أن تزاول لكي تتضح هذه المفاهيم، وينبثـق العلم الحديث بكل قوة زخمه وقدرته على التسارع؟ هذا ماسـنتحدث عنـه في

---

* بحثنا عن هذا الإسم في موسوعة لاروس الكبيرة للأعلام فلم نعثر له على تعريف. ويسـتدل من اسمه أنه عاش بعد المسيح. لذلك لسنا متأكدين مما جاء في هذا الشاهد.

الفصل الثالث بشيء من التفصيل. أما الآن فنكتفي بالقول إن العلم في العصور الوسطى، لم يكن قد فرض هيمنته بعد، وكانت المكانة الأولى في الدراسة للعلوم الدينية واللغوية والأدبية التي كانت تشكل جوهر الثقافة في ذلك العصر. لذلك لم يحتج العلماء لتوضيح المفاهيم التي يعتمدون عليها في تأملاتهم، لأن نقل الخبرة يقتضي الانطلاق من أوليات واضحة والانتقال بصورة منظمة إلى الأمور الأعقد فالأعقد. أما في العصور الوسطى فلم يكن يترك لتدريس العلوم سوى حيّز ضئيل جداً يقتصر غالباً على بعض المبادئ في الرياضيات.

فقد كان معروفاً أن المناهج التي تدرس في أوروبا في العصور الوسطى، تنصب في الجامعات على مايسمى trivium (أي الثلاثي، ويتضمن النحو والبلاغة والجدل). وهو التعليم الأساسي إلى جانب علوم الدين، وعلى مايسمى quadrivium وهو عرض للعلوم الرياضية الأربعة (ويتضمن الحساب والموسيقى والهندسة والفلك). ويبدو أن التعليم في العالم الإسلامي لم يكن مختلفاً كثيراً من حيث الجوهر عن هذه المواد. فقد كان التعليم في المساجد متضمناً لعلوم الدين واللغة. وكان معلمو المدارس (الكتاتيب بالأحرى) يعلمون القراءة والكتابة وقراءة القرآن وحفظه وشيئاً من علوم الدين ومبادئ الحساب. أما العلوم التي تطورت عبر العصور الإسلامية المزدهرة، فلم تكن تدرس أبداً في مدرسة. بل كان المريدون يترددون على العالم ليكتسبوا منه معرفة، ويبدو أنه لم يكن هناك نظام محدد لهذا النوع من التعليم. وكان تعليم الطب يتم على هذه الطريقة في المشافي والبيمارستانات. وفي قراءة الكتب وبصورة إفرادية. وهذا ما أفقر هذه العلوم نتيجة لعدم تكوين مجتمع علمي واسع. فكانت شطحات الإبداع تمر كأي ثمرة في أرض مجدبة، لم يحيها الجدل واحتكاك الأفكار وهذا ما سنفصله في الفصل الثالث.

مقومات العلم:

يقوم العلم على:

1 – الحقائق التي تؤكدها التجارب والمشاهدة.

2 – المفاهيم التي يجردها الإنسان من تجربته وبحسب ما يراه ضروريا ومناسبا ومتى أصبح المفهوم شائعا ومألوفا، يصبح حكمه حكم الأشياء المحسوسة سواء بسواء، بحيث يمكن أن يجرد من جملة مفاهيم مفهوما أعم، ثم أعم وهكذا...

فمن مفهوم السرعة، والحرارة النوعية، والتسارع، والكثافة...، جرد الإنسان مفهوما رياضيا في النتيجة هو مفهوم المشتق الذي أصبح يستفاد منه في كل مجال يبدو فيه تدرج وتغير.

وقد جردت في علم البيولوجية مفاهيم عديدة. فبعد خبرة طويلة صنفت الكائنات الحية بين نباتية وحيوانية. والحيوانية، صنفت في أصناف: الفقاريات، اللافقاريات وهكذا (فالفقاريات تشمل الأسماك والزواحف والطيور والحيوانات اللبونة). ثم جرد مفهوم عام هو مفهوم المتعضية organisme.

3 – الفرضيات التي يستفاد منها في تفسير جملة من الظواهر تفسيرا معقولا. ويعمل بها متى أيدتها التجارب.

4 – النظريات العامة، التي هي بمثابة فرضيات شاملة. وتظل النظرية معمولا بها مادامت تؤدي دورها بنجاح في تفسير الظواهر التي وضعت لأجلها، كالنظرية الذرية مثلا، أو نظرية الكم أو النظرية النسبية.

حواشي وإحالات:

(1) فؤاد زكريا «التفكير العلمي» سلسلة عالم المعرفة.

(2) عبد اللطيف البغدادي: «مقالتان في الحواس ومسائل طبيعية »تحقيق غليونجي، عبده ص86 (نقلاً عن الدكتور عبد الكريم شحادة).

(3) ألبرت أينشتين :«هكذا أرى العالم »منشورات وزارة الثقافة والإرشاد القومي في سورية ص6.

(4) المرجع السابق، ص8.

(5) المرجع السابق ص8.

(6) Pirre Carlier من المدرسة الوطنية العليا في باريس ومعهد الدراسات العلمية العالية، من محاضرة ألقاها في البيت الفرنسي- الياباني في طوكيو. مجلةLa Recherche العدد 278 تموز/آب 1995.

(7) ألبرت أينشتين :«هكذا أرى العالم »منشورات وزارة الثقافة ص54.

(8) المرجع 6.

(9) ألبرت أينشتين:«هكذا أرى العالم »ص51.

(10) المرجع 6.

(11) المرجع 6.

(12) Les sciences dans le monde :Encyclopédie Larousse musulman ص 175.

(13) لوي دوبروي « علماء واكتشافات » منشورات وزارة الثقافة والإرشاد القومي في سورية ص18-19.

(14) المصدر السابق ص19.

- الفصل الثاني -

لمحة عن تراثنا العلمي:

إذا نظرنا إلى العالم جملة، ورأينا أن تطوره تم عبر حضارات تكامل بعضها مع بعض، وخطت كل حضارة خطوة في ارتقاء وعي الإنسان لذاته ومحيطه، وجدنا أن أقصى مابلغه الإنسان من هذا الوعي يتمثل في الحضارة الغربية الآن. لقد بلغت هذه الحضارة مرحلة جعلت العلم والثقافة في متناول العالم كله تقريباً. فلم يعد النتاج العلمي في معظم فروعه، حكراً على أمة بعينها، لأنه أضحى ككل نشاط إنساني ينتقل بوسائل الاتصال السريعة المتطورة لكل من يريده. ولقد تطور العلم الحديث بهذا التعاون الدولي تطوراً لم يعهد له مثيل من قبل. لذلك حين نقارن الفكر العلمي في الحضارة العربية الإسلامية مع نموذج أمثل، فإنما نقارنه مع الفكر العلمي الراهن (الذي ولد كما ذكرنا في الغرب). إذ ليس لدينا نموذج أفضل منه. وإن كان لدى بعض المفكرين مآخذ على هذا الفكر لكونه أدى، وبصورة تلقائية (لم يكن ممكناً الاستغناء عنها) إلى تكنولوجية أخلّت بتوازنات طبيعة الأرض.

وعليّ أن أسرع إلى القول بأن المقصود من هذه المقارنة ليس سوية المعارف العلمية الإسلامية بسوية المعارف الحالية، وإنما المقصود هو منهج البحث في العلوم، الذي هو جوهر التفكير العلمي الراهن. ثم إني، حين أقارن هذا بذاك، لن أطلب من المنهج العلمي عند المسلمين أن يكون بسوية المنهج الحالي في البحث. بل أود من هذه

المقارنة أن أحدد الخطوات التي خطاها هذا المنهج في الحضارة الإسلامية، والخطوات التي (كما بدا لي) كان يجب أن يخطوها، وما السبب في عدم تحققها. وهذا ما سيتم في هذا الفصل وفي الفصل التالي.

الفكر العلمي الإسلامي وريث حضارتين:

الرياضيات: لقد ورث المسلمون مباشرة كل الثروة الفكرية التي أنتجتها الحضارة اليونانية ومن جملتها الفكر العلمي اليوناني بما كان عليه حتى أواخر عهد البطالمة في مصر. و ورثوا معها أيضاً الفكر العلمي في الهند. بل تبدو الرياضيات العربية معتمدة على العمل الحسابي الهندي أكثر من اعتمادها على أسلوب التفكير الهندسي اليوناني. لذلك يمكن أن نعتبر الرياضيات الإسلامية وريثة لرياضيات الهند قبل أن تكون وريثة لرياضيات اليونان. و ربما كان هذا عائداً إلى أن الفكر الهندي الشرقي أقرب إلى العقل العربي الإسلامي من الفكر اليوناني. فتطورت الرياضيات في الحضارة العربية الإسلامية في اتجاه الجبر بوجه خاص. وقد أدى التطور في هذا الاتجاه إلى الفكر المجرد القائم على الحساب في السلاسل اللانهائية الذي تجلت صورته بعدئذ في أعمال فيرشتراس وكرونكر و ديديكند. فكانت هذه النقلة نوعية هامة في الفكر العلمي الرياضي. في حين كانت الرياضيات اليونانية، حتى في نظرية الأعداد، تعتمد على الصورة الهندسية الساكنة، أما الحساب الهندي العربي، فلم يخش التقريبات المتتالية على رغم معرفته بالأعداد اللاعقلية irrational [التي سماها العرب غير الناطقة]. والتي سماها فيثاغورس هكذا لحيرته تجاهها، كما حيرت المتتاليات اللامتناهية من بعده زينون.

إن هذه الأعداد اللاعقلية [غير الناطقة أو الصماء] التي اكتشفها فيثاغورس بعد اكتشاف النظرية الهندسية المعروفة المنسوبة إليه، سماها فيثاغورس هكذا:

« لاعقلية »،لأنها تدل على عدم وجود قياس مشترك بين ضلع المثلث القائم والوتر في بعض حالات المثلث القائم. وفي المربع مثلا، نجد أن نسبة قطر المربع إلى ضلعه هي $\sqrt{2}$. ونحن نعرف الآن أن هذه النسبة لايمكن أن يعبر عنها إلا بعدد تقريبي، وإلى الدرجة التي نريدها، وهذا ما وجده المسلمون بحساب الجذور. ثم عبر عنه جمشيد الكاشي بعدد عشري، مما جعل بالإمكان التعبير عنه بالدرجة التي نريدها من التقريب.

ويذهب مؤرخ الرياضيات والباحث كريستيان هوزل إلى أن الأعداد غير الناطقة، لم تكن تمثل بالنسبة لليونانيين فكرة العدد، وإنما هي نسبة بين طولين. ففي حوار أجرته معه مجلة La Recherche الفرنسية، جرى الحوار على النحو التالي[1]:

س: إذن كان يجب انتظار اليونانيين لكي نشاهد الأعداد الناطقة والصماء!

ج: هذا ليس صحيحا أيضا، لأن الأعداد التي يصح أن نطلق عليها هذه التسمية هي بالنسبة للرياضيين اليونانيين الأعداد الصحيحة.... أما نسبة قطر المربع إلى ضلعه فهي نسبة صماء، بمعنى أن هذه النسبة لا يمكن أن تساوي نسبة عددين صحيحين. فهم إذن لم يبتكروا نمطا جديدا من الأعداد، وإنما نظرية مستقلة تتعلق بالنسبة بين مقدارين هندسيين... وعلى هذا لا يمكن أن نقول إن العدد $\sqrt{2}$ موجود في الرياضيات الإغريقية، بل ما يوجد هو مقادير هندسية، ونسب بين مقادير هندسية (ليست بالضرورة ناطقة) ".

فاليونانيون هم أول من فكر في هوية العدد، وقد عرفه إقليدس بأنه " كثرة من الوحدة " *[2]. ولكنه كان يلجأ دائما وحتى في تأملاته في الأعداد إلى تمثيلها بأطوال. وقد استمر هذا حتى عند المسلمين. ولكن المسلمين توصلوا بحسب

* وهذا يلغي ضمنا الكسور من مجموعة الأعداد – المرجع السابق.

مايقول هوزل[3] : « بعدما مارسوا الجبر وطوروه فترة طويلة، إلى إعـادة كتابة الجزء العاشر من كتاب إقليدس " المبادىء " على نمط حسابي. فهذا الجزء يعـرض نظرية طويلة في تصنيف المقادير الصماء التي تصادف في مسائل إنشاء الأشـكال الهندسية ». فالإقليدسي، أبو الحسن أحمد إبراهيم الدمشقي، ابتـدع في القـرن العاشر الميلادي الكسور العشرية ووجد طريقة لحساب الجذور الصماء، وأتى مـن بعده جمشيد الكاشي المتوفي عام 1436 فأعاد، بحسب زعمه، ابتكـار الكسـور العشرية، وأعطى طريقة لإيجاد الجذور التربيعية لأي عدد، وبـأي درجـة مـن التقريب. والطريقة التي يتبعها طلاب المدارس الآن هي في جوهرها تعود إلى طريقة الإقليدسي وطريقة الكاشي المطورة عنها، [ومما يلفت النظر حقاً أن يقول الكاشي بأنه ابتدع الكسور العشرية، في حين أن الإقليدسي اكتشفها قبله بما يقرب مـن 500 سنة، فياترى ألم تكف هذه المدة لكي يطلع الكاشي على عمل الإقليدسـي!. يبدو ذلك غريباً حقاً. ولكن مثل هذه الأمور تتكرر كثيراً في تاريخنا العلمي].

وفي خلاف ذلك نجد أن السموأل المغربي الذي عاش في القرن الثاني عشـر (توفي عام 1175) يكمل عمل من اعتبره أستاذاً له، وهو أبو بكر محمد بن الحسـن الكرجي (أو الكرخي) المتوفي عام 1020 تقريباً. أي أن مائة عام تقريباً تفصلـه عن السموأل. والأول عاش معظم حياته في المغرب، والثاني عاش معظم حياتـه في بغداد. وهكذا يتضح أن المصادفة وحدها كانت تلعب دوراً في أن يكمل بـاحث عمل باحث آخر. والمهم أن الكرجي هو الذي وجد المثلث (الذي كان ينسـب إلى باسكال) والذي يستعان به لمعرفة منشور ذي الحدين من أي قوة صحيحـة. وقد أتم السموأل عمل الكرجي بتطبيق الحساب على الجبر بوضع قواعد العمليـات الأربع على كثيرات الحدود[4] (التي كانت تعد إلى حين من منجـزات عصـر النهضة في أوربة).

فالجبر الذي بدأه الخوارزمي (780-850) استمر إكمال العمل به، ولكن ليس بصورة مستمرة. فعلى الرغم من أن معلومات المسلمين كانت كافية لخلاصهم من طريقة الخطأين، فقد ظلوا على العمل بها إلى فترة متأخرة في حل معادلات الدرجة الأولى*(5).

بل كثيرا ما يبدع أحدهم طريقة أو حلا أو يكتشف أمرا، ولا يدعي لنفسه مفخرة في ذلك، بل لا يفطن هو نفسه إلى أهمية عمله، ولا يسعى إلى إذاعته بين الناس. فالإقليدسي الذي يورد الكسور العشرية، يتحدث عنها وكأنه نقلها عن أسلاف له. بل إن ما تم الكشف عنه من اكتشافات العصر الإسلامي لايساوي سوى جزء صغير مما تحتويه مكتبات العالم من المخطوطات التي تنتظر من يحققها. فمنذ ما يقرب من عقد من الزمن، وفي عام 1986 تحديدا نشر الدكتور رشدي راشد نتيجة تحقيقه لمخطوطة تأكد من نسبتها إلى شرف الدين الطوسي (بين القرن الثاني والثالث عشر الميلاديين). وقد اكتشف أن هذا العالم وجد طريقة لحساب جذور معادلة من الدرجة الثالثة بطريقة تقريبية، وهي الطريقة نفسها المعروفة اليوم باسم طريقة روفيني-هورنر Ruffini-Horner(6). وهذه الطريقة، في حقيقة الأمر، عامة، يمكن تطبيقها في كثير من الحالات. ولكن أهم ما فيها هو أن شرف الدين الطوسي سبق فيرما إلى وضع طريقة لإيجاد النهاية الحدية extremum التي هي عنده العدد الأعظم. وطريقته لا تختلف في شيء عن طريقة فيرما(7)، كما يمكن تطبيقها على أي دالة تامة (تابع تام).

وبذلك يكون الطوسي أيضا بعد البيروني وثابت قره (متوفى عام 901) وابن الهيثم،من الأعلام البارزين الذين فتحوا الطريق إلى تحليل الصغائر بعمليات

* والطريف أن هذه الطريقة كانت متبعة في أوربة حتى القرن التاسع عشر.

حسابية فعلية لاتعتمد الأشكال والصور كما كـــان الحـــال عنـــد أودوكـــس وأرخميدس. فقد وازن الطوسي بين اللامتناهيات في الصغر واكتفى عند الضـــرورة بالجزء الرئيسي من تغيرات الدالة لدراسة تحولاتها[8]، ولكن الطوسي اشتهر بأنـــه مخترع الاسطرلاب المستقيم الذي لا يعد شيئاً في نظرنا بالمقارنة مع ابتكاره في مجال تحليل الصغائر. بل لم يشر إلى هذا الابتكار أي إشارة و ضاع في طيات النسيان.

وهكذا يتضح مما سبق أن الرياضيات في العصر الإســـلامي هـــي امتـــداد للرياضيات الهندية قبل أن تكون امتداداً للرياضيات اليونانية، و ربما ســـهل هـــذا وغذاه سهولة كتابة الأعداد بالطريقة الهندية التي تبناها العرب كاملة.

الفيزياء: أما في حال الفيزياء والفلك فقد تبنى المسلمون ما ورثـــوه عـــن اليونانيين ولكنهم لم يتقدموا في هذا المجال مثلما تقدموا في مجال الرياضيـــات. إذ اقتصرت أعمالهم على الوصف الكلامي الشبيه بالفلسفة، مـــع ظـــهور بعـــض اللمحات بين حين وآخر. كما أن المسلمين في هذا المجال لم يأخذ أحدهـــم عـــن الآخر، و لم يكمل أحدهم عمل الآخر، إما لعدم درايته به، أو لعدم قناعته بصحته.

ونذكر من هذه اللمحات ما أورده البـــيروني (973-1048) عـــن الأواني المستطرقة في حديثه عن اتزان السوائل ، فشرح الظواهر التي تقوم علـــى ضغـــط السوائل وتوازنها، وبيَّن كيف تجمع مياه الآبار والمياه الجوفية بالرشح من الجوانـــب وكذلك كيفية فوران المياه وانبثاق النافورات وصعودها إلى أعلى، وناقش صعـــود المياه في العيون الطبيعية مستنداً إلى سلوك السوائل في الأواني المستطرقة. ويقول[١٠]: « ومثاله الآلة التي تسمى سارقة الماء، فإنك إذا ملأتـــها ماء، ووضعـــت كـــلا طرفيها في آنيتين، سطح مافيهما من الماء سطح واحد. يقف فيها الماء ولو دهـــراً لا ينصب إلى إحدى الآنيتين لأنـــها ليست بأولى من الأخرى...». ونلاحظ من هذا النص أن البيروني لم يأبه إلى عرض الإنائين أو شكلهما، فهما إذن غير مـــهمين في

نظره. كما يلفت النظر قوله ((فليس أحدهما أولى من الأخرى)). أفلا يوحي ذلك أن الضغط واحد فيهما، وأنه يتوقف على ارتفاع السائل فحسب.

وهكذا نرى أن العقل لا يسير في اتجاه واحد، فقد يسعى أحدهم في طريق ويصل إلى اعتقاد، ويسعى غيره في طريق آخر ويصل إلى اعتقاد آخر، والاثنان يستعملان العقل ويتصفان بالذكاء. ولا يمكن أن تكتمل الأفكار وتتضح إلا عن طريق الاحتكاك والجدل والنقد.

إن أحداث الطبيعة متشابكة وليس سهلاً على الإنسان أن يصل إلى درجة التجريد دفعة واحدة. فالممارسة كما ذكرنا واحتكاك الأفكار ثم الحاجة الملحة كلها عوامل تدفع العقل إلى المزيد من الإيضاح والتحديد. ثم إن الحاجة كما يقال هي أم الاختراع. ولنأخذ مثلاً فكرة السرعة (مسافة مقطوعة في واحدة الزمن). إن هذه الفكرة تتضمن عدة مفاهيم (المكان، الزمان، علاقة تبعية بين المكان والزمان، نوعية هذه العلاقة أو درجتها). إن كلمة سرعة موجودة في القواميس القديمة، ومعرّفة بأنها نقيض البطء، ولكن تمييز السريع من البطيء وبخاصة إذا كان الفرق بينهما صغيراً، لن يتضح بطريقة أفضل من وضع تحديد كمي للسرعة. إن حياتنا اليومية العادية ليست بحاجة إلى هذا التحديد الدقيق، أو بالأحرى لم تكن فيما مضى بحاجة إلى ذلك. ولكن حين صنعت مركبات وتوسعت رقعة المدينة، أصبحت كلمة سرعة بمعناها الكمي عل كل لسان.

وهكذا نجد أن مفهومي السرعة والتسارع، على الرغم من أن محمد بن أحمد البيروني (973-1048) توصل إليهما، إلا أنهما لم يجدا من يطورهما ويبني عليهما دراسات كمية في الفيزياء. فحسب موسوعة لاروس أن البيروني توصل في كتابه (القانون المسعودي) إلى مفهوم السرعة الآنية والتسارع[10]. ومن جملة أقواله عن حركة الشمس (تبعاً لاعتقاده بالنظام البطليموسي) أن حركتها غير

منتظمة. وكان تفسير ذلك عنده، يقوم على ما تبين له أن مسار الشمس إذا كان حقاً دائرة، فإن الأرض لا تقع في مركزها. لذلك « إذا كانت حركة الشمس منتظمة بالنسبة للمركز، فهي لا تكون كذلك بالنسبة للأرض ». ثم يعطي طريقة لحساب السرعة الوسطى بتقسيم طول المدار على الزمن[11]. والحقيقة أنه إذا كانت حركة الشمس منتظمة حول مركزها، فإن سرعتها الخطية هي نفسها بالنسبة للمركز وللأرض. ولكن ما يتبدل هو السرعة الزاوية، وهذه على الأرجح هي التي قصدها. ومهما يكن من أمر فإن هذا المفهوم (السرعة) لعب دوراً كبيراً في الفيزياء كما في الرياضيات، ولكنه لم يلق أي صدى لدى المسلمين و لم يطوروه.

وفي التراث الإسلامي العلمي الكثير من هذه اللمحات الهامة جداً، لكنها كانت تمر مرور الشهب، عابرة، لاتجد من يتوقف عندها. لنأخذ مثلاً قانون العطالة والقانون الثاني في علم التحريك (الديناميك). إننا نجد تلميحات لهذين القانونين قد تصل أحياناً إلى درجة الوضوح التام.

1 – فمثلاً يرى ابن سينا (980-1037): أن الجسم له ميل للاستمرار في حركته، يحس به المانع الذي لا يتمكن من منع حركته إلا فيما يضعفها أولاً، إذ تأخذ الموانع الطبيعية والخارجية في إفنائها قليلاً قليلاً[12].

2 – ويرى ابن سينا أيضاً أن القوة في الجسم الأكبر، إذا كانت مشابهة للقوة في الجسم الأصغر، حتى لو فصلتَ من الأكبر مثل الأصغر، تشابهت القوتان بالإطلاق. فإنها في الجسم الأكبر أقوى وأكثر. إذ فيها من القوة شبيه تلك الزيادة. ويضيف ابن سينا بأن الجسم الأقل مقداراً أقبل للتحرك وأسرع حركة.

ويؤكد فخر الدين الرازي (توفي 1209) ازدياد القوة الطبيعية مع عظم الجسم،

فالأجسام كلما كانت أعظم كان ميلها إلى إحيازها الطبيعية أقوى، فإذا كانت كذلك كان قبولها للميل القسرى أضعف[13].

ويتضح من كلام الرازي أن المقصود « ازدياد القوة الطبيعية مع عظم الجسم »، أي ازدياد القوة الطبيعية كلما كانت عطالته أكبر، أو بتعابيرنا الحالية، كلما كانت كتلته أكبر. وهذا يفسر أيضا قول ابن سينا « إنها في الجسم الأكبر أقوى وأكثر » أي أن العطالة في الجسم الأكبر [الذي كتلته أكبر] هي أقوى وأكثر، حتى إذا حذف منها مثل قوة الأصغر فإن الزيادة المتبقية هي التي تجعل تحريكه أصعب من تحريك الأصغر.

ويؤكد ما ذهبنا إليه قول نصير الدين الطوسي (1201-1274) في شرحه لإشارة ابن سينا « واعلم أنه لا يجوز أن يكون جسم ذو قوة غير متناهية يحرك جسما آخر، لأنه لا يمكن أن يكون إلا متناهيا. فإذا حرك بقوته جسما ما من مبدأ نفرضه حركات لا تتناهى في القوة، ثم فرضنا أنه يحرك أصغر من ذلك من المبدأ المفروض، فتقع الزيادة التي بالقوة في الجانب الآخر، فيصير الجانب الآخر متناهيا أيضا، وهذا محال ». ونفهم من كلام الطوسي أن القوة عنده هي القوة الجسمانية (العضلية). فإذا كانت هذه القوة لا متناهية فإن تحريكها للجسم هو أيضا لا متناه. ثم بالمقارنة بين تحريكه لجسم كبير ثم لآخر صغير، يجب أن يحدث تفاوتا. وهذا لايصح إلا إذا كانت القوة متناهية. كما يشرح الطوسي أن الجسم الأكبر هو الذي تكون قوته الطبيعية (عطالته أو كتلته) أكبر.

لقد عمدنا فيما سبق إلى هذه النصوص بترتيبها الزمني لكي نرى مقدار ما يكتنفها من تشويش، وكيف أن كلا من الثلاثة يحاول جاهدا أن يعبر ويشرح ما نقوله اليوم بكل بساطة، إن القوة نفسها إذا أثرت في جسمين مختلفي الكتلة، فإن حركة الأكبر تكون أبطأ، أو بمفاهيمنا العلمية المحددة: إذا كانت الكتلة $ك_1$ أكبر

من الكتلة $ك_2$ فإن القوة (ق) تعطي $ك_1$ تسارعاً ($تع_1$) أصغر من ($تع_2$) تسارع $ك_2$:

ق=$ك_1$.$تع_1$=$ك_2$.$تع_2$ [فإذا كانت $ك_2$ هي الأكبر كانت $تع_1$ هي الأصغر].

أما أبو البركات هبة الله بن ملكا البغدادي (1087؟-1151) الذي أتى بعد ابن سينا بما يقرب من مئة عام، وقبل فخر الدين الرازي والطوسي بأعوام، فقد أتى بنصين صريحين هما أوضح ما وجدنا تعبيراً عن القانونين المنسوبين إلى نيوتن. ولكن ليس بدقة نيوتن الرياضية. فهو يقول في كتابه «المعتبر في الحكمة»[14].

1َ - إن الجسم الذي يلازمه سبب حركته تزداد حركته على التواصل، لولا مقاومة الوسط، سواء أكانت حركته طبيعية أم قسرية.

ففي هذا النص نرى مفهوم التسارع نتيجة تأثير قوة واضحاً إلى حد ما. ولكنه لم يستخدم كلمة سرعة، وإنما قال "تزداد حركته" بدلاً من قوله:"تزداد سرعته".

2َ - إن الجسم الذي يفارقه سبب حركته يظل مستمراً في الحركة التي استفادها من القاسر لولا مقاومة الوسط من ناحية، ولولا سبب حركة طبيعية فيه إلى جهة خاصة من ناحية أخرى.

[و ربما قصد بعبارته الأخيرة "حركة طبيعية...." ميل الجسم للسقوط على الأرض مثلاً. ولكن مفهوم العطالة واضح. وهو يتضح أكثر في النص التالي].

3َ - وإذ لا مقاومة في الخلاء، فالمرمي فيه لا تلغي قوته ما يبطلها وهي لا تبطل نفسها، لأن الشيء لا يبطل ذاته. وإذ لا مقاومة في الخلاء فالمرمي فيه يتحرك أبداً.

[هنا نلاحظ فكرة انحفاظ الاندفاع في حال عدم وجود قوة خارجية].

والطريف في الأمر أن الفهم الأول للحركة يقوم على ما يشبه فهم دالامبر لها. وليس على ما يشبه فهم نيوتن. فالكل متفقون على القول أن لدى الجسم قوة طبيعية تعارض الحركة. فإذا أثرت فيه قوة خارجية، كانت هذه القوة الطبيعية التي فيه (أي عطالته) مقاومة، (وهذا ماعبر عنه دالامبير بمبدئه المشهور: إن مجموع القوى الخارجية والداخلية متوازنة ق-ك.تع = 0، حيث تع التسارع).

وسنجد مفهوم العطالة هذا أيضاً عند ابن الهيثم. وهكذا يبدو أن معظم العلماء المسلمين كانوا يخالفون أرسطو في ذلك. " فالتحريك الطبيعي عنده، تحرك نهائي. وحركة السهم في الهواء هي أن الهواء يُنفخ من أمام ويغلق من خلف ". وهذا ما أدى بأرسطو إلى القول: « إذا كان الهواء ضرورياً لإحداث الحركة العنيفة، والحركة العنيفة موجودة في العالم الأرضي. فهذا العالم الأرضي لابد أن يكون مملوءاً بالهواء، مما يستحيل معه وجود الفراغ »، [هكذا يتبع رجال الدين المنطق، ينطلقون من مقدمات لم تثبتها التجربة، وبترلقون إلى استنتاج خاطئ، مع أن القياس غالباً صحيح]. وأرسطو نفسه يعود إلى القول " بما أن الهواء يقاوم الحركة، فإنه إذا سحب الهواء، ثبت الجسم في مكانه لعدم وجود مكان آخر يذهب إليه، أو بقي متحركاً بنفس السرعة دائماً، وبما أن هذا الشيء مناف للعقل، فلا يمكن أن يوجد فراغ "*.

وهكذا نلاحظ مقدار التخبط الذي وقع فيه أرسطو، وإلى أي مدى كان العلماء المسلمون أكثر تفهماً للأمر. ولكن العلماء المسلمين لم يكن ميسراً لهم، أو لم يسعوا كثيراً لإيضاح ما حققه أسلافهم من تقدم. فلو أن الطوسي اطلع على عمل أبي البركات هبة الله وزاد في إيضاحه واستعان أيضاً بفكرة السرعة التي أتى بها البيروني، لكان سبق نيوتن بقرون، فلربما استطاع المسلمون عندئذ الوصول إلى الوضوح

* أخذ عن جون د. برنال « العلم في التاريخ » الجزء الاول ص180 – 190.

الكامل. ولكن الأمور لم تكن تجري على هذا النسق الذي نراه اليوم من التنظيم وسرعة الاتصال.

ولنتابع مثالا آخر في الصوت والسمع سبق إيراده (ص 18). فقد ذكر عبد اللطيف البغدادي في الصوت والسمع، في نهاية حديثه «.... وهذا الأثر الحادث في الهواء، المسمى عند إدراكه سماعا، إنما هو دوائر أو قطع دوائر ». والأرجح أن هذه الصورة الأخيرة أخذها عن حركة الأمواج على سطح الماء. وهذه رابطة معقولة ولكنها لم تبلغ مرحلة النضج، لأن سطح الموجه في الهواء كرة وليس دائرة. وإذا عدنا إلى البيروني وتفسيره لفكرة سارقة الماء، وجدنا أن هناك ملامح فكرة الضغط في قوله «....يقف فيها الماء ولو دهرا، لا ينصب إلى إحدى الآنيتين **لأنها ليست بأولى من الأخرى..**».

يتضح من هذا المثال ومن غيره كثير أن الأفكار لا تنضج دفعة واحدة في ذهن إنسان، بل تمر غامضة بعض الشيء في خواطر كثيرين إلى أن تنضجها الخبرة والممارسة المستمرة، وتصبح مصاغة في شكل قانون محدد، ويعتمد على مفاهيم واضحة محددة قابلة للقياس. وقد رأينا مثالا عن مبدأ العطالة عند أبي البركات هبة الله، وكذلك عند ابن سينا وفخر الدين الرازي وهبة الله ملكا البغدادي في القرن الثاني عشر. وقد أورد الأستاذ محمد عيسى صالحية أمثلة كثيرة عن ذلك في مقالته في عالم الفكر (المجلد 14، العدد (تموز، آب، أيلول 1983).

وقد اعتمد المسلمون في معارفهم تلك على خبراتهم وممارساتهم أو ممارسة العاملين في هذا الميدان، وابتدعوا وسائل لإجراء التجارب كما فعل البيروني في قياسه للأوزان النوعية للمواد. ولكن أشهر من وضع لنفسه منهجا في البحث وسار عليه وتوصل إلى نتائج تجعله فعلا واحدا من علماء الفيزياء الذين سبقوا عصرهم إلى عصر النهضة، هو الحسن بن الهيثم (965-1039).

فابن الهيثم لم يكن المؤسس الحقيقي لعلم البصريات فحسب في كتابه المناظر، وإنما كان طبيباً وصف تركيب العين وصفاً يعد الأصدق من نوعه في العصور الوسطى[16]، وقد سبق كبلر (1571 – 1630) وغاليليه (1564-1641) في اتخاذ الرياضيات وسيلة لإقامة الحجة والدليل. فبرهانه على أن القمر لا يمكن أن يكون كرة ملساء كما كان يظن قبله، هو مثال بارز[17]. كما أن وصفه لانتشار الضوء وكيف يغمر المكان هو الأول في تاريخ هذا العلم. هذا عدا عن أنه أثبت بالأدلة القاطعة أنه لاشيء يصدر عن العين، وإنما يصدر عن الأشياء المضيئة (كالأشياء المشتعلة) وبذلك أصبح الضوء كياناً موضوعياً له وجود خارجي قائم بذاته وينتقل في مكان وزمان. كما أن طريقته في تفسير انعكاس الضوء التي اتبع فيها منهجاً تحليلياً صاغه وفق متطلبات المسألة، يستحق الإعجاب. وهذه الفكرة اجتازت القرون ووصلت إلى كبلر و ديكارت ونيوتن نفسه. وهذا ما سنراه في الفصل السادس بالتفصيل. إذ يكاد يكون مؤكداً أن نيوتن اطلع على أعمال ابن الهيثم، لأن مرشد نيوتن وأستاذه ويدعى "بارو" كان قد اطلع على هذه الأعمال بعد ستة قرون أو يزيد[18].

وكان ابن الهيثم حريصاً على إقامة الدليل التجريبي على صحة أعماله، وكان في بعض الأحيان يبتكر أدوات مخصصة لهذا الغرض. وهذا ما أخذه الأوروبيون عن العرب. وقد درس ابن الهيثم أوهام البصر وإدراك الرؤية، إضافة إلى مسألة مشهورة لا تزال تحمل اسمه، وقد حلها في حالات متعددة. ثم كان لـ"بارو" أستاذ نيوتن مداخلته في حلها. وهذه المسألة تعد تمهيداً لمسألة الطريق الضوئي الذي وضع فيه فيرما (1601-1663) مبدأه الشهير.

وإذا كان أسلوب البحث في الفيزياء يغلب عليه الطابع الوصفي والوضعي، فهو في الفلك لا يختلف كثيراً عن ذلك. ولكن ما يدهشنا في الفلك هو كمية

الأرصاد التي قاموا بها، والمهارة الفائقة في استخدام الأدوات البسيطة التي كـانت بين أيديهم كالاسطرلاب والمزولة والربع وغيرها. وقد وضعوا في ذلك جـداول تحيرنا دقتها، ووضعوا إلى جانب ذلك مايلزم من جداول للمثلثات سنلقي عليـها بعض الضوء في الفصل السادس. فهي إن دلت على شيء فإنما تدل علـى صـبر وجلد كبيرين ليتهما كانا لدى أبنائنا اليوم. وربما كان السبب الديني هو الدافـع الأول لهذا العمل. لأن الدين الإسلامي يتطلب معرفة بالمواقيت للصلاة وبداية شهر الصوم، وتحديد اتجاه القبلة. ثم هناك الحاجة التجارية، فالملاحة في البحر التي كانت تستغرق أياما مع لياليها في ضوء النهار، وتحت النجوم. فلا معـالم في البحـر إلا الشمس في النهار والنجوم في الليل، إضافة إلى البوصلة التي أخذوها عن الصينيـين والهنود ونقلوها إلى الغرب.

وهكذا نرى أن الأمر نفسه سواء أفي الفيزياء أم في الفلك أم حتى في الطب، أم في الكيمياء. إنه كم هائل من المعلومات لا رابط بينها سوى بعض النظريـات التي ورثوها عن اليونانيين، كنظرية العناصر الأربعة في الكيميـاء والأخـلاط في الجسم. وهي نظريات غامضة يقوم التفسير بموجبها على الوصف الظاهري الـذي لايقدم ولايؤخر. بل يزيد غموض الأمور على غموض. ومثل ذلـك تعقيـدات النظام البطليموسي ودوائره المتداخلة. واختلاط الفلك بالتنجيم.

ولكن هذا لم يمنع من تحصيل كم هائل من المعلومات أيضاً في الطـب وفي الكيمياء. فهذان العلمان يصلح لهما المنهج الوضعي والوصفي. فجمعت في كتـب الطب في العصر الإسلامي أوصاف كثير من الأمراض وأعراضها والأدوية الصالحـة لها، حتى ليستفيد علم الأدوية الحالي من كثير من هذه المعلومات في تركيب أدويـة جديدة. نذكر من ذلك مثالاً معروفاً، وهو أن نبات الخلة إذا شرب منقوعه ومغليه ينفع في حال الحصيات الكلوية، وقد استطاع الباحثون المصريون الحصول علـى

المادة المفيدة في ذلك وعبؤوها في شكل حقن تباع في الصيدليات.

وكان الأطباء العرب يتحققون من كل ما ورثوه عن اليونانيين، ونخص بالذكر التشريح. فقد كانوا يزاولون تشريح الحيوانات، ويذهب الأستاذ الطبيب مع تلاميذه إلى الجبانات لدراسة العظام وتركيباتها وطريقة اتصالها. ولاشك أن ابن النفيس قد استدل على الدورة الدموية الصغرى التي وصفها أحسن وصف وأوضح وصف من ملاحظته لجثث الحيوانات، أو ربما الآدميين، إذ لايعقل أن يكون قد خمنها. ولكنه للأسف لم يستطع كما يبدو أن يذيع اكتشافه بين طلابه ويتباهى به، ولكن هذا لم يمنع من انتقال معرفته إلى الغرب. وقد تتبع الدكتور عبد الكريم شحادة مسيرة هذا الاكتشاف حتى وصل إلى هارفي الذي ينسب إليه هذا الاكتشاف في الغرب. فهو الذي أدى إلى احراق سرفيتيوس حياً عام 1553 لأنه قال بما قاله ابن النفيس فاعتبرته الكنيسة خارجاً عن تعاليمها. ولكن هذا الاكتشاف ظل مطوياً وغير معروف في عالمنا العربي الإسلامي، وليس هذا بالكشف الوحيد الذي ظل مطوياً في الكتب، فهناك الكثير، ولربما كشفت الأيام أكثر. وهذه مسألة سنعالجها في حينها.

والكيمياء كالطب يناسبها المنهج الوضعي الوصفي، فقد عرف العلماء العرب الكثير من المواد وطريقة تركيبها. ومع أن كثيرين منهم شغلوا بالكشف عن الإكسير، أي المادة التي تعيد الشباب، كما شغلوا بالكشف عن طريقة تحويل المعادن إلى ذهب. إلا أن هذا الدافع كان وراء إجراء المزيد من التجارب واكتشاف طرق تركيب كثير من المواد.

وكان أول باحث في الكيمياء خالد بن يزيد بن معاوية. ولكن أكبر اسم في عالم الكيمياء عند العرب هو اسم جابر بن حيان الذي عاش من نهاية القرن الثامن إلى أوائل التاسع. وكان يطلق على الكيمياء اسم علم جابر، فقد عرف

جابر كثيرا من العمليات و وصفها وصفا دقيقا وبين الأغراض من إجرائها. من ذلك التبخير والتقطير والتكليس والإذابة والتبلور والتصعيد. كما حضر كثيرا من المواد الكيماوية كنترات الفضة المتبلورة، وحامض الأزوتيك، كما كان أول من لاحظ ما يحدث من راسب (كلورور الفضة) عند إضافة ملح الطعام إلى محلول نترات الفضة[19].

وقد شغل عبد اللطيف البغدادي (الذي مر ذكره) لفترة بالكيمياء وبنظرية تحويل المعادن إلى ذهب، فوجد أن كل ما قيل في هذا الشأن لم يكن سوى تدجيل لا غير، فهاجم كل العاملين في هذا المجال، وصب جام غضبه على ابن سينا بعد ما تبين له بالتجربة أن كل ما قيل هو تزييف ليس له أساس علمي أبدا. وبمناسبة الحديث عن عبد اللطيف البغدادي، نذكر أنه كان طبيبا كمعظم العلماء العرب مثل ابن الهيثم وابن رشد وابن سينا، فقد كان العمل في الطب عملا شريفا وطريقة للكسب. ومن أهم ما اكتشفه عبد اللطيف هو أن عظم الفك السفلي قطعة واحدة وليس قطعتين كما ادعى جالينوس. وقد أكد على ذلك بمشاهدة مئات الجماجم في الجبانات وبمشاركة تلاميذه الذين كانوا يرافقونه إلى هناك[20].

وهكذا نرى أن المسلمين والعرب قد دشنوا عصر المنهج التجريبي، بل ومذهب الشك إلى حد ما، في العلم، سواء أفي الفيزياء أم في الطب أم في الكيمياء الذي عده جون ديزموند برنال علما عربيا مثله مثل الجبر والمثلثات.

وقد ورث المسلمون عن اليونانيين علم الحيل وصناعة الآلات[21]. وكان أول من برز في هذا المجال أبناء موسى بن شاكر (محمد، أحمد، الحسن)، ولاسيما أحمد الذي وصف ابتكاراته بأنها « أوضاع غريبة وأشياء عجيبة في جر الأثقال، وكلها تعمل بالطليات والبكر ». ومن ابتكاراته، دنان خمر تفرغ كمية محدودة من ذاتها تعقبها استراحة قصيرة. وقناديل ترتفع فيها الفتائل ويصب الزيت فيها تلقائيا

كلما أتت النار على جزء منها، وآلات للزراعة ومعالف للحيوانات يتناول منها كل حيوان دون أن ينازعه آخر في نصيبه، وآلة أخرى تثبت في الحقول وتصدر أصواتا خاصة كلما ارتفع الماء في الحقول لكي لا تجرف المياه التربة ويضيع الماء، ونافورات ذات هيئات مختلفة.

كما برز كثيرون في صناعة الآلات المائية وصناعة الدمى التي لها هيئات بشرية، فتطرق بالمطارق، أو طير يرمي بندقة كلما مرت ساعة من النهار. لكن أهم الآلات التي ابتكرها العرب هي آلات رفع الماء التي ورثوا بعضها عن أسلافهم، كالنواعير والمضخات. ومن أبرز المبتكرين أبو العزيز اسماعيل بن الرزاز الجزري المتوفي عام 1134 وله في هذا الباب مصنفات كثيرة مشهورة.

على أن معظم الابتكارات كانت للإدهاش، وإثارة الأعجاب، وليس بينها ما هو مفيد فعلا إلا الساعات والطواحين وآلات رفع الماء. ولاندري هل نفذت هذه المبتكرات كلها أم بعضها فحسب.

وكان يستفاد في تحريك هذه الآلات من سقوط الأثقال التي تدير بكرات كما هو الحال في الساعات المائية التي تسقط فيها الأثقال في وسط مائي لتجعل حركتها أبطأ، كما استفادوا من قوة الرياح ومساقط المياه، ومن قوة جريانها، أو من القوى الحيوانية، كالخيل والحمير والجمال والبقر.

وقد تطورت في العالم الإسلامي صناعات متعددة، مثل صناعة الورق، وصناعة السكر، والصابون، وصناعة النسيج، ولكن هذه الصناعات كلها ظلت شبه فردية ويجري فيها العمل على نطاق حرفي وليس على نطاق منشآت كبيرة أو شركات.

ولابد قبل أن ننهي حديثنا عن الآلات من ذكر كتاب جاء متأخرا بعض الشيء، وبالتحديد في القرن السادس عشر وهو كتاب "*الطرق السنية في الآلات*

الروحانية " لتقي الدين بن معروف الشامي. فقد حققه الدكتور أحمد يوسف الحسن عام 1976 ونشر عنه كتاباً بعنوان " تقي الدين والهندسة الميكانيكية العربية "، ففي هذا الكتاب يرد وصف لآلات طريفة انتفع بها الناس. ويورد المؤلف وصف تقي الدين لآلة السيخ: « وقد عمله الناس على أنحاء شتى، منها أن يكون طرفه دولاباً بفرشاة، ويوضع بحذائها إبريق من النحاس المفرغ المسدود الرأس والمملوء بالماء وتكون بلبلته (أي زلومته) قبالة فراشات الدولاب، ويوقد تحته النار، فيبرز البخار محصوراً من البلبلة المذكورة، فيدير [الدولاب ومعه السيخ] »، وكلما فرغ الإبريق قليلاً صُبَّ فيه الماء. والطريف أن الماء كان يسحب من حوض اعتماداً على مبدأ الامتصاص، لأن فراغ الإبريق يجعله يمتص ماء الحوض. ومما يجدر ذكره أن مثل هذه الحيلة كان يستفاد منها في طحن الحبوب واستخلاص زيت الزيتون والسمسم (أي السيرج)، وعصر قصب السكر.

ولعل ما يلفت النظر أيضاً هو قول الدكتور أن الجزري كان أول من وصف في عام 1203 ناعورة ذات زنجير ودلاء وتدور بواسطة دولاب مائي عن طريق مسننات متعامدة (لتغيير اتجاه الحركة من أفقية إلى شاقولية)، في حين أن الغربيين يدعون أنهم أول من ابتكر طريقة نقل الحركة بالمسننات.

حواشي وإحالات:

(1) مجلة La Recherche 1996 عدد خاص عن الأعداد. حوار أجرته المجلة مع كريستسان هوزل.

(2) المرجع السابق.

(3) المرجع السابق.

(4) السموأل المغربي « الباهر في الجبر » تحقيق صلاح الأحمد، رشدي راشد، منشورات وزارة التعليم العالي في سورية.

(5) يبدو أن هذه الطريقة كانت متبعة أيضا في الغرب إلى مابعد القرن الثامن عشر راجع في هذا الخصوص كتاب مفتاح الحساب لجمشيد الكاشي، تحقيق الأستاذ نادر النابلسي ص424.

(6) رشدي راشد :

L' Oeuver algebrique de Sharaf–al- Din al-Tusi Texte edité et traduit

(7) المرجع السابق.

(8) المصدر السابق.

(9) أبحاث الذروة العالمية لتاريخ العلوم عند العرب عام 1977 ص269.

(10) Les Sciences dans le monde :Encyclopédie Larousse muselman ص175.

(11) محمد جمال الفندي، إمام ابراهيم أحمد: « البيروني » سلسلة أعلام العرب العدد 77 مايو/أيار 1968 ص165 نقلا عن كتاب القانون المسعودي.

(12) محمد عيسى صالحية: « الفيزياء والحيل عند العرب » مجلة عالم الفكر العدد الثامن من المجلد الرابع 1983 ص254.

(13) تراث الإنسانية المجلد السابع ص412-3 نقلا عن أحمد سعيد الدمرداش وقد استقينا هذه النصوص من المرجعين السابقين.

(14) نقلا عن سعيد الدمرداش المرجع 13.

(15) أبحاث الندوة العالمية الأولى، حول تاريخ العلوم عند العرب 1977. الجزء الأول، عبد الكريم شحادة، ص710.

ويمكن أن نقرأ عند إخوان الصفا أن الصوت « هو حركة الأجسام المصورة في الهواء، الذي لشدة لطافته وخفة جوهره، وسرعة حركة أجزائه، يتخلل الأجسام كلها، فإذا صدم جسم جسما آخر، انسل ذلك الهواء بينهما، وتدافع وتموج إلى جميع الجهات وحدث من حركته شكل كروي، واتسع كما تنسع القارورة متى نفخ الزجاج فيها، وكلما اتسع ذلك الشكل ضعفت حركة تموجه إلى أن يسكن ويضمحل ».

ولا أظن أن هناك ماهو أوضح من هذا في شروح حادثة الصوت. «أخذت عن محمد عيسى صالحيه» عالم الفكر، المجلد 14 - العدد 2 تموز/آب/أيلول 1983 ص244.

(16) مصطفى نظيف: « ابن الهيثم » بحوثه وكشوفه البصرية 1942 ص205.

(17) المصدر السابق ص310.

(18) راجع " قصة الفيزياء " للمؤللفين لويد موتز وجيفرسون هين ويفز (سلسلة الثقافة المميزة) ص59، حيث ذكر أن بارو Isaak Barrow كان أستاذا ومرشداً لإسحق نيوتن. وكان بارو واحدا من الذين ساهموا في حل مسألة الحسن بن الهيثم. راجع من أجل ذلك كتاب

Exercices de Geometrie لمجموعة F.G-M الطبعة السـابعة 1932 ص719، وقد ورد ذلك أيضا عند مصطفى نظيف.

(19) حكمت نجيب عبد الرحمن: من أبحاث الندوة العالمية لتاريخ العلـوم عند العرب 1977 الجزء الأول، ص301 ومابعد.

(20) المرجع 15.

(21) يمكن الرجوع في شأن هذا العلم إلى كتاب محمود الصْغيري: قضايـا في التراث العلمي العربي وإلى مجلة تاريخ العلوم العربية التي يصدرهـا معهد التراث العلمي العربي التابع لجامعة حلب.

- الفصل الثالث -

ملاحظات عامة حول تراثنا العلمي:

تمهيد: لمحة عن الفكر الأرسطي:

يقال عن أرسطو إنه فيلسوف « الذوق الفطري السليم » أو « الحس العام » المرسل على البديهة common sense. فقد سعى إلى بحث الطريقة التي تكوّن بها عامة الناس عادة أفكارهم ومفاهيمهم، وكيف يقومون باستدلالاتهم. فتوصل إلى أن كل المعاني التي تنتظم فيها أشياء الفكر، تدخل ضمن أنواع (أو أصناف) سماها مقولات. فمقولات أرسطو تصنف في النتيجة الوجود القائم بأكمله. أي أن كل ما هو موجود في هذا العالم لابد أن يندرج في إحدى هذه المقولات. والمقولات هي: إما جواهر: كالأفراد من كل نوع من الأحياء أو من الأشياء (فسقراط مثلاً هو جوهر، وطاولة مطبخك هي جوهر،وحصان الفارس الذهبي هو جوهر...). وإما كيفيات (كاللون مثلاً أو الشكل...). وإما كميات: (أعداد: اثنان، ثلاثة،...) وإما أمكنة (فوق، تحت، على،...)... وهكذا نستطيع أن ندرج عمله هذا في مجال التصنيف. وقد كانت فكرة التصنيف، التي تخللت كل أعمال أرسطو، وكانت أساساً لمنطقه، هي فعلاً أعظم إسهاماته وأخطرها. فقد وضع أرسطو أصولاً لتصنيف الأشياء على أساس التشابه والاختلاف فيما بينها. فعندما نبدأ بتصنيف شيء نسأل: ماذا يشبه؟ ثم نسأل بماذا يختلف؟ وهذا طبعاً مايقوم به كل إنسان بكل عفوية فهناك جواهر تنتمي إلى

صف الإنسان، وهناك جواهر تنتمي إلى صنف الأحمر..إلخ. فقولنا (سقراط إنسان أسمر) يعني ضمناً أن الجوهر سقراط ينتمي إلى صنف الإنسان وإلى صنف اللون الأسمر. وفي هذا القول يسمى سقراط موضوعاً والصفة (أو الصنف الذي انتمى إليه) يسمى محمولاً*.

والوجود الحقيقي هو دائماً للجواهر، أما الكيفيات وباقي المقولات فقد سماها أرسطو صوراً. والصورة هي المثلى، هي وجود بالقوة. والجوهر وجود بالفعل، فالمادة كجنسٍ عام هي صورة ليس لها وجود فعلي إلا عندما تأخذ شكلاً معيناً في هيئة جذع شجرة أو صخرة أو طاولة أو تمثال..إلخ.

على أن الموضوع يمكن أن يكون صنفاً (أي صورة مثالية عامة مثل قولنا "الإنسان" أو "الحيوان" أو "المادة"). فنقول مثلاً الإنسان حيوان. هنا كلمة الإنسان أتت موضوعاً والحيوان (الصنف الأوسع) أتت محمولاً.

وينتقل أرسطو إلى الاستدلال الذي يتكون من ثلاث قضايا (أو أحكام) تسمى أولاها مقدمة كبرى، وثانيتها مقدمة صغرى، وثالثتها نتيجة.

ففي الاستدلال الشهير « كل إنسان فان – سقراط إنسان، إذن سقراط فان ». « كل إنسان فان » هي مقدمة كبرى، و"سقراط إنسان" مقدمة صغرى، و"سقراط فان" نتيجة.

وهكذا نلاحظ أن هذه الأمور يفهمها الناس جميعا وهم يزاولونها يومياً وبكل تلقائية. بل هي جزء من فطرهم التي فطروا عليها منذ تفتحت أعينهم ووعوا العالم. ولو أن أرسطو اتخذ من بحثه هذا مجرد بحث جانبي علمي لطرق تفكير

---

* ولنلاحظ أن هناك أصنافا وأصناف أصناف، وأصناف أصناف أصناف..إلخ.. ويقوم منطق أرسطو كله على فكرة الانتماء والاحتواء. ويسمى منطق الحدود (سقراط حد) وإنسان حد، وأسمر حد.

الإنسان ومحاكماته، لما تعدى الأمر حدود دراسات منطقية سليمة، ولكن عقلية أرسطو ترى أن الذوق الفطري المرسل على البديهة يصل إلى حقائق، بل هو لايقبل أي حقيقة لا تمثل بواقع ملموس. والناس عامة يسيرون بعفويتهم على المنهج نفسه وتتكون معارفهم مما يتكون لديهم من مدركات وصلتهم عن طريق خبرتهم الحسية.

فمن جملة خبرات الإنسان الأولى مثلاً: تعاقب الليل والنهار، فالدنيا تمر أمام عيني الإنسان بليل يتلوه نهار ونهار يتلوه ليل. وهكذا ورد في التوراة: « وقال الله ليكن نور فكان نور، ورأى الله النور أنه حسن، وفصل بين النور والظلمة، ودعا الله النور نهاراً والظلمة ليلاً، وكان مساء وكان صباح يوماً واحداً ». يوحي هذا النص بأن النور والظلمة شيئان، لأن الله فصل بينهما. ونحن نعرف أن النور شيء، ولكن الظلمة هي انعدام النور، ونعرف أن النهار ينجم عن ظهور الشمس فوق الأفق، والليل يحدث عن غياب الشمس تحت الأفق. فالليل والنهار أمران مرتبطان بالأرض والشمس، أما في بقية الكون فالأمر مختلف تماماً. ولكن الإنسان الأول لايعرف العالم بغير هذه الصورة التي تنقلها حواسه، فالليل والنهار شيئان ينفصلان (فصلهما الإله) ولا الليل يسبق النهار ولا النهار يسبق الليل، أو لا يسيران معاً.

والحقيقة أن فكرة أرسطو تختلف عن ذلك، ويرى أن النهار والليل مرتبطان بحركة الشمس الظاهرية، ولكنه يرى أن الأرض مركز العالم والنجوم والشمس تدور حولها في كل يوم دورة كاملة. وهذا الدوران ناجم عن طبيعة فيها. لأن أرسطو كان يفهم الفيزياء غير ما نفهمها نحن الآن. كان أرسطو يطابق بين فيزياء الشيء وطبيعته. وطبيعة أي كائن حي، هي ما يصلح أن ينمو في داخله، وكيف تجعله يتصرف في الحالة العادية. وحين يدرس "السماء" يدرس ما هو موجود فيها بالصورة التي تبدو فيها في الحالة العادية "أو الطبيعية" المألوفة كشكلها وحركتها الانتقالية. فهذه هي فيزياؤها أو هذه هي طبيعتها. أو باختصار كانت فيزياء

أرسطو هي طبيعة الأشياء البادية للحس، والعلم بها هو أن يستطيع وصفها. فالطبيعة عنده هي كما عبر أحدهم، المعنى نفسه المقصود في قولهم « دع الكلاب تسعد بالنباح والعض، فهذا من طبيعتها ».

وقد أخذ العلماء المسلمون عن أرسطو فكرته هذه، فابن الهيثم يقول مثلاً: « ولكن الكرة تعود إلى السقوط بحكم حركتها الطبيعية »، وبالعودة إلى أبي البركات هبة الله بن ملكا البغدادي، نجده يستعمل أيضاً عبارة حركة طبيعية (بمعنى حركة السقوط) وبخاصة في قوله: « إن الجسم الذي يفارقه سبب حركته يظل مستمراً في الحركة التي استفادها من القاسر لولا مقاومة الوسط من ناحية، ولولا سبب حركة طبيعية فيه إلى جهة خاصة من ناحية ثانية ». ولا يؤخذ على أرسطو اعتباره لحركة السقوط حركة طبيعية، ولكن يؤخذ عليه اعتباره لذلك تعليلاً ووصفاً فيزيائياً ينتهي عند هذه النقطة.

وهكذا نرى أن العلم الذي بدأه أرسطو، يقوم على وصف العالم المحسوس ووصف كل شيء مألوف باعتباره من طبيعة الأشياء ولا يحتاج إلى تعليل. ومثل هذه النظرة الوضعية المغرقة، قد تفيد في علوم الحياة والطب، وبخاصة حين يضاف إليها الاستقراء وعمليات التصنيف التي درسها أرسطو جيداً، وأجاد في وصف النبات والحيوان.

ولكن هذا العلم قاصر جداً بالنسبة للفيزياء التي نعرفها. فقولنا إن الجسم يسقط على الأرض لطبيعة فيه، يذكرنا بالمقالة التي سخر فيها فولتر من أحد الباحثين لقوله: إن الأفيون مخدر لأن فيه خاصة التخدير. والحقيقة أن فولتر برسالته هذه، كان يسخر في عصر النهضة وبداية التنوير من أرسطو نفسه.

وحين اكتشف العالمان الشرقي الإسلامي والغربي المسيحي أرسطو، وجدوا أو ظنوا وتوهموا بالأحرى، أن من السهل إشادة علم كامل بمجرد تكوين معرفة ووصف للأشياء ولطبيعتها المألوفة التي تبدو فيها. ومن هذه المعارف تتكون لديهم

معرفة بالجواهر والصور، وأحكام، يمكن إجراء عمليات استدلال عليها. وانتهى الأمر. وهذا ما يستطيعه كل إنسان.

وهكذا اكتشف كثيرون في العصور الوسطى أنهم فلاسفة وعلماء بالفطرة، حتى قبل أن يعرفوا الفلسفة ويعرفوا أرسطو، فأصابتهم الدهشة والإعجاب مثلما أصابت بورجوازي موليير النبيل حين اكتشف أنه يتحدث نثراً حتى قبل أن يعرف معنى كلمة نثر. وهكذا انزلق كثيرون في بحران من الكلام المكون من مجموعة استدلالات لم يقم أحد بالتشكيك في مقدماتها. حقاً أن أرسطو كان يؤمن بالتجربة الحسية empirique. وربما كان لهذا أثره الإيجابي في جوء معظم العلماء المسلمين إلى التجربة والدليل الحسي. ولكنها كانت في الأغلب تجربة غير موجهة بفرضية . وهكذا كانت التجربة تُجرى لمعرفة ما الذي سيحصل دون توقع نتيجة معيّنة هيئت التجربة من أجلها. ثم يضيف العالم ما شاهده إلى قائمة الحقائق العلمية. ولكن الحقيقة العلمية ليست دائماً ما يدركه الحس المباشر، بل لا بد أن تكون الحقيقة معقولة. فالنجوم والكواكب والشمس والقمر كلها تبدو للناظر أنها تدور حول الأرض دورة كاملة في كل يوم. وهذه حقيقة محسوسة ولكنها غير معقولة. والمعقول أكثر أن الأرض تدور حول محورها وهذا ما ثُبت في التجربة.

ويدل الحس المباشر أن الجسم الثقيل (الحجر مثلاً) يسقط بسرعة أكبر من الجسم الخفيف (الريشة مثلاً). ولكن غاليليه شكَّ في ذلك، لأن الشيء المعقول هو أن تكون حركة الأجسام خاضعة لقانون واحد، يسيّرها بسرعة واحدة. وهذا ما أكده غاليليه في جملة من التجارب، وخالف وجهة نظر أرسطو.

ولنذكر ما قاله أرسطو: « وبما أن الهواء يقاوم الحركة، فإذا سحب الهواء، فإن الجسم إما أن يثبت في مكانه لعدم وجود مكان آخر يذهب إليه، وإما أن

يتحرك فسيبقى متحركاً بنفس السرعة دائماً. وبما أن هذا الشيء منافٍ للعقل، فإنه لا يمكن أن يوجد فراغ ».

فأرسطو الذي لا يقبل إلا ما يقع تحت حسه المباشر، رأى أن احتفاظ الجسم بسرعته ينافي العقل،لأن المحسوس الذي ألفه يؤكد أن الجسم لابد أن يقف في النتيجة. أمّا تصورٌ من الذات، من خياله، أو تصوره بأن جسماً يسير في الفراغ إلى ما لا نهاية وبنفس السرعة، فهذا لا يعقله. ولذلك وصل إلى نتيجة كذبتها التجارب، لأن الهواء يمكن سحبه وبقاء الفراغ. فخطأ المقدمة أدى إلى خطأ في النتيجة. ولو كان له بصيرة هبة الله البغدادي لتوصل إلى أول قانون للديناميك.

كان الهدف إذن من البحث الفيزيائي عند أرسطو هو معرفة طبيعة كل شيء. وقد حاول بهذه الطريقة تفسير كل شيء، من سقوط الأحجار، إلى السبب الذي لأجله يكون بعض الناس عبيداً. فكما أن الحجر يسقط على الأرض لطبيعة فيه فكذلك يكون بعض الناس عبيداً لطبيعة فيهم، فكأنه يقول هكذا وجدت الدنيا، وهكذا تبقى، وهذه سنة الكون التي سنها الله. فلا عجب إذن أن تجد أفكار أرسطو صدىً لها في القرون الوسطى.

ملاحظات عامة حول تراثنا العلمي:

إن من يتأمل في إنتاج العالم العربي الإسلامي، على الصعيدين العلمي والفكري، إبان الفترة الممتدة من القرن التاسع وحتى القرن الخامس عشر للميلاد، لابد أن تتملكه الدهشة لأمرين: أولاً وفرة هذا الإنتاج (نسبياً)، فما كشف عنه لايعد شيئاً مما لا يزال محفوظاً في المخطوطات العربية الموزعة على كل أقطار العالم تقريباً، من الصين شرقاً وحتى الولايات المتحدة غرباً. كما يدهشنا استمرار هذا العلم وتواصله حتى في هذه الفترة التي عرفت بكثرة تقلباتها السياسية وتمزق أطراف

الدولة فيها بين دويلات متطاحنة أو طوائف مذهبية أو شعوبية متصارعة، وثورات متلاحقة، وتهديدات بالغزو تهب من الشمال والشرق والغرب. هذا إضافة إلى أهواء الساسة الذين كانوا في كثير من الأحيان غرباء عن المنطقة، ولا هم لهم سوى السلطة، وبسط النفوذ، وجني الأموال، وتعبئة الجيوش، وتدبير المكائد، والتربص بالخصوم. وإذا كانوا قد أبدوا في بعض الأحيان حماسة للفكر والعلم، فكثيراً ما كانوا يخشون كل تفكير حر يستشم منه مخالفة لعقائدهم أو يفتح أذهان العامة على جورهم وظلمهم.

وهكذا كان الفكر يُدوَّن في الكتب، ولكن ليس هناك من يفكر في الاطلاع عليه إلا قلة من الناس، فكان كل مفكر يعمل وكأنه يعمل لنفسه أو لجواره وليس لأبعد. ولقد رأينا على ذلك بعض الأمثلة.

لذلك قد يدهشنا ظهور أصالة في بعض هذا الإنتاج، سواء من حيث المضمون، أم من حيث المنهجية في البحث، وقد يلمح المرء في ثنايا بعض المؤلفات تباشير فجر جديد، سرعان ما بزغ فعلاً منذ القرن الرابع للهجرة، (العاشر للميلاد). ولكن ليس في قطر عربي أو إسلامي واحد، بل يمكن القول في أكثر تلك الأقطار. ولسنا بحاجة للبحث والتقصي لكي نقيم الدليل على ما ذهبنا إليه، فالكندي والرازي والبيروني وابن سينا والحسن بن الهيثم وأبو بكر الكرجي (أو الكرخي) وابن البنا المراكشي وابن طفيل وابن النفيس والغزالي وأبو بكر الرازي وابن عربي وابن خلدون والمقريزي وغيرهم، كلها أسماء معروفة لأعلام كانوا قد عاشوا في تلك المراحل المضطربة من تاريخ العالم العربي الإسلامي. لقد مهد هؤلاء الأعلام الطريق بأعمالهم لمن أتى بعدهم من علماء عصر النهضة في أوربة، أمثال كوبرنيك وكبلر وغاليليه وباسكال وديكارت وفيرما. ولا يمكن لباحث ومؤرخ للفكر أن يتجاهل مؤلفاتهم دون أن يترك في بحثه ثغرة في تاريخ الفكر يصعب عليه رأبها.

ولانظن القارئ إلا مطلعاً ولو بعض الاطلاع على أعمال ابـــن خلـــدون (1332 – 1406) وتلميذه المقريزي (1364 – 1442) وتحليلاتهما الاجتماعيــة – الاقتصادية. وعلى تأملات ابن طفيل (1106-1185) في الطبيعة وأحوال الخالـــق، ومنهجية ابن رشد (1126-1198) العقلية. وهنا نلاحظ أن بعــض مــن ذكرنــا أسماءهم كانوا أطباء، استفادوا من سعة اطلاعهم ومن تعددية معارفهم، في دراسة الطب وامتهانه. وربما كان عملهم هذا تجسيداً لفكرةٍ تقول إن العلم في نظرهــم كان مآله وهدفه الإنسان الذي يجتمع فيه العالمان: عالم الروح وعالم الجسد. وهذه على كل حال ظاهرة تستحق الدراسة كما يقول جون ديزموندبرنال في كتابــه « العلم في التاريخ »[1].

ومهما يكن من أمر، فإن الشواهد التي يمكن إيرادها في هذا المجال كثـــيرة، وتكفي للدلالة على أن العطاء الفكري ظل مستمراً في العالم العربي الإســـلامي في تلك الفترة المضطربة القلقة التي انتهت بحدثين هامين، وهما سقوط القسـطنطينية في المشرق 1453م، وسقوط غرناطة في الأندلس عام 1492م. وهما حدثان تــــرددت أصداؤهما في العالم كله، حتى ليجدر أن يعدّا كلاهما _ وليس أحدهمـــا _ نهايــة لمرحلة تاريخية وبداية لأخرى جديدة. لقد كان الكثير من الإنجازات الفكرية، الـــتي انبثقت في العالم العربي الإسلامي قبل هذين الحدثين، وكأنها أعدت لتكون بشـــيراً بمقدم ما بعدها. إذ إن كل دارس للعلوم يعرف أن هذه المنجزات كـــانت أو كـــادت تكون في بعض الأحيان، هي النقاط التي انطلق منها الغرب. فليس هناك انقطـــاع في الفكر الإنساني كما يدعي بعض الغربيين. ولاسيما أن المؤلفات العربية بدأت تُـــترجم إلى اللاتينية منذ القرن الثاني عشر. وحتى لو لم يكن للمسلمين سوى جهد الممارســـة والمحاولة والخطأ، لكان هذا كافياً لأن يجتمع عندهم كمٌّ هائلٌ من المعطيات يمكـــن أن تكون أساساً للعلم. فلربما أكسب هذا الانقطاع (إن حدث) دماً جديداً للعلم.

ولكن السؤال الذي حاول الكثيرون أن يجيبوا عنه، هو: ما هي الأسباب التي أدت إلى تدهور هذه المعالم الحضارية في العالم العربي الإسلامي بعدما سطع نورها فيه؟ ولماذا طمست هذه القبسات المضيئة وأدرجت في عالم النسيان؟.... لقد وُضعت لذلك أجوبة كثيرة كانت كلها مقبولة، لأنها عملت متضافرة للوصول بعالمنا إلى هذا الوضع الذي آل إليه منذ القرن الخامس عشر. فقد مر العالم العربي الإسلامي بسلسلة من الكوارث والنكبات جعلته يغرق بسبات لم يستفق بعده إلا على أصوات المدافع تجلجل على سواحله في حملات نابليون على مصر وفلسطين ثم مدافع منافسيهم البريطانيين.

وكان أول عوامل التخلف وأكثرها وضوحاً هو تمزق الدويلات الإسلامية وعدم استقرارها. فلو عدنا مثلاً إلى عصر شرف الدين الطوسي الذي سبق فيرما بخمسة قرون، لوجدنا أنه نشأ في عصر كانت الامبراطورية الإسلامية فيه ممزقة مشتتة تئن تحت وطأة الطامعين من المغامرين: فقد ولد شرف الدين الطوسي في طوس في شمال إيران حول العام 1120م. وكانت طوس حينذاك تابعة للدولة الغزنوية[3]. ثم حين بلغ أشده تنقل بين الموصل ودمشق وهمذان. وكانت الموصل حينذاك خاضعة لحكم بني زنكي ثم لحكم خوارزم شاه[4]. وكانت حلب ودمشق وعموم سورية موزعة بين الفاطميين والزنكيين والصليبيين الذين كانوا على السواحل. وفي عام 1144م زال حكم الفاطميين نهائياً من سورية، واستمر حكم الزنكيين في الداخل والصليبيين في الساحل حتى دخول الأيوبيين[5]، الذين بدؤوا بتحرير البلاد من الصليبيين. وكانت الحروب والمشاحنات مستمرة بين هذه الفئات، فما أن تهدأ هنا، حتى تستعر هناك، وفي كل يوم أحلاف جديدة وتبدل في المواقف. وعلى الرغم من كل ذلك، استطاع شرف الدين الطوسي أن يؤدي رسالته التعليمية. فكان له تلاميذ في دمشق وحلب والموصل. وكان أبرزهم كمال

الدين بن يونس المصري (أستاذ نصير الدين الطوسي). وهو الذي صنع له شرف الدين الطوسي الاسطرلاب المستقيم الذي اشتهر به، بناء على طلبه، ولكنه لم يشتهر بإنجازه الأهم « تحليل الصغائر » الذي سنتحدث عنه فيما بعد بشيء من التفصيل[6].

وتعطينا تنقلات شرف الدين الطوسي مثالاً دعا العالم الباكستاني محمد عبد السلام (الحامل جائزة نوبل في الفيزياء)، إلى ضرورة فتح الأبواب بين الدول العربية والإسلامية أمام الفكر وأهله أيضاً، فلا يفرض أمامه أي نوع من أنواع الحواجز.

لقد ظهرت مذاهب أهل السنة الأربعة بين القرنين الثاني والثالث للهجرة. وتم بعد ذلك إغلاق باب الاجتهاد[7]. وهو قرار كان قد اُتخذ استنكاراً للتأويلات التي بدأت تأخذ عند أصحاب بعض المذاهب الأخرى أشكالاً تسربت إليها في كثير من الأحيان معتقدات وفلسفات قديمة كانت منتشرة في المنطقة قبل الإسلام. وقد تطورت في ذلك العصر أيضاً بعض الحركات الصوفية، التي أخذت عند بعضهم شكل نظام فلسفي متكامل مرتبط بتطورات خاصة لأركان العقيدة، كما هو الحال عند السهروردي، الذي أعدم عام 525 هجرية، وابن عربي (توفي 1240م)، والحلاج (توفي 922م)، ولقد قاوم الحكام هذه الحركات حين لم تكن تلائم حرفية معتقداتهم[8]. وإذا كان هذا القمع الفكري قد أوقف عمل العقل والاجتهاد (ولا يزال إلى الآن عند المتعصبين من أهل السنة)، فإنه لم يمنع ظهور حركات متطفلة على الصوفية صار لها أتباعها وطرقها، ويتزعمها بعض المشعوذين. وأخذ يطغى على العامة فكر غيبي يؤمن بالسحر والتمائم وقراءة الغيب، على الرغم من أن الإسلام ينهى عن ذلك، بل لقد وجدت بدع لا يزال يعمل بها إلى الآن ولا نرى أحداً من أهل السنة يمنعها. وهكذا تكونت شيئاً فشيئاً

طبقة تمثل ما يسميه بعضهم نوعاً من الإقطاع الديني[9]. إذ تشكلت طبقة أشبه ما تكون بالكهنوت، على الرغم من عدم وجود كهنوت في الإسلام. وصار أصحاب كل طريقة يأتمرون بأمر زعيم طريقتهم كالمرابطين في المغرب، ومشايخ الطرق في المشرق. ولاتزال بعض هذه الطرق موجودة في كثير من بلدان إفريقية الإسلامية، وحتى الأسيوية، وإن كانت في مصر وسورية تأخذ شكلاً آخر هو تجمع المريدين حول بعض أئمة بعض المساجد. ولذلك كان ظهور رجل مثل ابن خلدون وتلميذه المقريزي معجزة في ذلك العصر، (ولكن يبدو أن ابن خلدون نفسه لم يستطع التخلص نهائياً من الفكر الخرافي)[10]. لذلك لم يكن وجود مثل هؤلاء المفكرين ليوقف مدّ الفكر الغيبي، الذي راح يطغى على القاعدة العريضة من عامة الشعب. فكان هذا سبباً لطمس كثير من الأفكار النيرّة، التي لم يتح لها في هذا العماء أن تظهر إلى النور، و لم يكشف عنها إلا الآن. وربما تسربت إلى الغرب قبل أن تتسرب إلى الشرق، وليس في ذلك تجن أبداً، فهناك أمثلة كثيرة على ذلك. وإلا كيف نفسر معرفة عالم الكيمياء برتيلو (توفي 1822) بالكيمياء العربية أكثر من العرب أنفسهم(11)، واطلاع روجر بيكون في القرن الثالث عشر على أعمال ابن الهيثم.

لقد اقتصر عمل الغالبية العظمى من كتاب القرن الثالث عشر على تأليف المعاجم، وفهارس الأعلام، وتدوين الأحداث اليومية من سياسية وعسكرية، ونقل أخبار السلف الصالح، والإفاضة في الحديث عن أحكام العبادات والطقوس، ولا تزال هذه الكتب إلى الآن تلقى رواجاً وأي رواج، حتى لقد تفرغت دور النشر في بلدنا أو كادت تتفرغ لمثل هذه الكتب، وهذا ما دلت عليه معارض الكتاب في السنوات الماضية، حيث أجمع البائعون على أن اكثر مبيعاتهم من هذه الكتب.

ولربما كان الدافع إلى هذا التوجه في العصور المظلمة يأس العامة من حكامهم، فظنوا أن خلاصهم سيكون بالرجوع إلى طريق العبادات، فالناس في

ذلك العصر، على ما يتراءى لنا، أصبح همهم الأوحد الخلاص (والأصح التهرب) من جور الحكام الطغاة الذين أصبحت صورهم لدى عامة الشعب هي صورة السلطة والنفوذ، لا صورة الإدارة ورعاية مصالح الناس. وصورة التسلط (ومنها كلمة سلطان) والابتزاز، لا إقامة العدل وتقديم الخدمات العامة.

فإذا أضفنا إلى هذا أن المراكز التجارية في شرقي البحر المتوسط بدأت تفقد أهميتها، وأن الوضع الاقتصادي أخذ يتردى بالتالي في العالم العربي الإسلامي الذي أنهكته غزوات الصليبيين والمغول والتتار، ثم رزح بعدها تحت سلطة الحكم المملوكي، ثم العثماني، وأن ذلك لم يخلف سوى الفوضى والخوف والفقر والجهل، فهمنا لماذا كان ذلك كله عاملاً مهماً لأن تخبو شعلة المعرفة في العالم الإسلامي بوجه عام، أما في الغرب فقد أخذت مرافئه التجارية، ولاسيما تلك التي على سواحل البحر الأبيض المتوسط، تزدهر باطراد، بعد اكتشاف طريق التجارة مع الشرق (وهذا ما سنتحدث عنه بعض الشيء في الفصل القادم)، مما دفع طبقة جديدة إلى الظهور هي الطبقة البورجوازية المكونة من أرباب الصناعة والتجارة وكبار الموظفين، فبدأت تنافس سلطة الكنيسة والإقطاع، وتحاول الإجهاز عليهما. وقد انعكس ذلك كله على الفكر، فتحرر وانطلق إلى آفاق جديدة لم تكن ترضى عنها الكنيسة في السابق، وتكونت شيئاً فشيئاً قاعدة من المتنورين والمهتمين بالعلم وشؤون الفكر والفلسفة والفن بوجه عام(12).

على أن كل ما قدمناه من مبررات وأحداث، لا يسلط الضوء إلا على الأسباب التي أدت إلى اضمحلال الحركة العلمية في العالم العربي الإسلامي، لذلك لا يزال هناك سؤال آخر سيظل مطروحاً: ترى لماذا لم تجدْ هذه اللمحات المضيئة بين من تابعها أو تتلمذ على صانعيها، من يفطن إلى أهميتها، لدرجة أنها غابت في عالم النسيان كل هذه القرون؟

يجيب عن ذلك بعض المؤرخين فيقول: إن الأوربيين الذين سعوا للحصول على المخطوطات العربية واطلعوا على مافيها، سرقوا محتوياتها، وانتحلوها لأنفسهم، لذلك لم نعد نقرأ في كتبنا أسماء مشاهير علمائنا، وإنما أسماء علماء اليونان وفرنسة وانجلترة وإيطالية..إلخ.. ولكن هذا الأمر لا يفسر حقيقة مؤكدة، وهي أن هذه اللمحات كانت حقاً لمحات عظيمة، إلا أنها كانت عابرة لم تتجاوز نطاق أفراد معدودين، بل ربما لم يفطن هؤلاء أنفسهم، حتى ولا واضعوها كما نرجح، إلى أهميتها. ولذلك ظلت أعمالاً فردية محدودة، سرعان ما طواها النسيان، إلى أن التقطها من يقدّر قيمتها ويعرف أهميتها. وهنا يحضرنا قول لباسكال: « ثمة فرق بين كلمة تلقى جزافاً، وبين أن نرى فيها سلسلة عجيبة من النتائج التي تجعل منها مبدأ راسخاً لفيزياء بأكملها »(13).

ويمكن أن نرجع هذا الإهمال إلى عدة أسباب:

آ – لم يأخذ العلم شكل بناء متنام متكامل. أو بعبارة أبسط، وإن كانت غير دقيقة في الوصف: انعدام التراكم.

ب– إن السبب الأساسي لانعدام التراكم هذا، هو عدم وجود منهج راسخ معتمد لدى الجميع، يسعى إلى هدف واضح طموح، ويمكن الاستناد إليه في تقدير أهمية العمل، ومدى صدقه ومعقوليته.

ونستطيع القول هنا إن المبادئ الأرسطية، ربما كان لها أثر في الإحجام عن طرح الفرضية (التي هي بوجه عام رؤية ذاتية تتعدى مجرد الاستقراء والحس، وسنعالج ذلك بتفصيل أكثر في الفصل الرابع والخامس). ولقد خطا العرب خطوة مهمة في الطور التجريبي الاستقرائي. (أرجو ألا يفهم من كلامي أن العرب كلهم خطوا هذه الخطوة، ولكن كثيراً من علمائهم ساروا بعفويتهم في هذا الطريق. و لم

يأخذ شكل أيديولوجية كما حدث بعدئذٍ في أوربـــة وفي المدرسـة الانجيليزية بوجه خاص، في عصر النهضة). ولكن لم ينتقلوا إلى مـــا بعده، أي إلى وضع مفاهيم محددة وفرضية وقانون كمي. وسـنعطي على ذلك شاهداً في الفصل السادس.

جـ- ضيق رقعة القاعدة الجماهيرية التي تلقت هذا العلم، فلم يتوافر له من يعمل على إبقائه حياً في النفوس.

والآن لنفصل ذلك، مع الأخذ بعين الاعتبار أن هذه الأسباب مترابطة كلـها معاً.

آ- التراكم: من المعروف أن العلم بناء يتكامل ويسمو على أيدي الجيـل الواحد والأجيال المتعاقبة، فيكمل الآخرون ما بدأه الأولون. وهذا ما نكاد نفقـده في تراثنا العلمي.

فنحن لانجد مثلاً، بعد ابن الهيثم (توفي 1039م)، من تلمس جمال تفسـيره لحادثة انعكاس الضوء على الأجسام، فطوّره ليطبقه على الانكسار. كما لا نجـد من دافع بقوة عن صحة منهجه في البحث، ليصبح منهجاً عاماً يضمـن صحـة النتائج للبناء على أساسها، ولكي يسير على هديه ويحسنه كل من أتى بعده، بـل على العكس، نجد أن نصير الدين الطوسي، الذي أتى بعد ابن الهيثم بما يقارب مـن قرنين (1201-1274) يعود إلى نظرية أفلاطون، والتي تقول بأن هناك شعاعاً يصدر عن العين فتحدث رؤية الأجسام[14]. فكأن تجارب الحسن بن الهيثم كلها وحججه لم تقنعه، حتى لقد ظنّ أنها لم تصل إلى علمه (وهذا عذر أسوأ من ذنب). كمـا لانجد لعلم المثلثات الذي طوره العلماء العرب والمسلمون، وأضافوا إليه الكثـير، سوى ظلال لهيكل غير واضح المعالم. ولو تتبعنا من عملوا في المثلثات لوجدنـا أن المتأخرين منـهم لم يسـيروا علـى هـدى أعمـال مـن سـبقهم. فالبتّـاني

(824-929) مثلاً، يعد أول من بحث في المثلثات جدياً، وأول من عرف الجيب والظل، مقتبساً بعض الأفكار عن الهنود، فاستطاع الإفادة من ذلك في حل المثلث القائم، لكنه لم يصل من ذلك إلى قاعدة عامة يسير عليها الآخرون، أو جربوا أن يصلوا إليها ويطبقوها... وإذا كان قد تخلص من فكرة وتر القوس، التي كانت متبعة عند اليونانيين، فإن البيروني الذي أتى بعده بما يقارب من قرن، نجده يحسب وتر مجموع قوسين وفرقهما اعتماداً على نظرية وردت في رسائل ابن قرة في الدائرة، والتي ترجمها عن أرخميدس[15]. و لم يتبع فكرة المثلث القائم على الرغم من أنه طبقها في طريقته لحساب نصف قطر الأرض، كما أنه لا هو ولا من أتى بعده، استفاد فائدة صحيحة من أعمال أبي الوفاء البوزجاني (941-998) المعاصر تقريباً للبتاني والذي ينسب إليه أيضاً تعريف « الظل »، بل إن فكرة الوتر ظلت تتردد في كتبهم، فالبوزجاني وضع كتاباً في استخراج الأوتار[16]. وكثيراً ما كان بعضهم يجد طريقة لحل مسألة ما، فيعثر في أثنائها على دستور هام دون أن يفطن إلى عمومية عمله وأهميته، وأحياناً لا يذكر كيف توصل إلى الحل. كما فعل مثلاً البتاني الذي أورد العلاقة بين زوايا المثلث الكروي. وقد أتم عمله بعدئذ أبو الوفاء البوزجاني الذي يظن أنه أول من أثبت نظرية الجيوب العامة في المثلث الكروي، وفي مثل هذه الحال تبقى نتائجه مجرد ملاحظات عابرة، فلا تحظى بمن يتمسك بها ويطورها، ويجعلها نقطة انطلاق لأعمال أوسع. وإذا "قدّر" لابن النفيس ألا يشرح بالتفصيل الطريقة التي توصل بها لاكتشاف الدورة الدموية الصغرى لكي يبررها أو يجد طريقة للاستفادة منها، فمن الطبيعي إذن أن ينسى عمله[17]: لأنه لم يجد من يجادله فيها ويأخذها عنه، ويجب ألا نتذرع ببعد المسافات، فتنقلات شرف الدين الطوسي والشريف الإدريسي وابن البيطار وابن عربي وابن خلدون وغيرهم تُسقط هذا العذر وتُبيّن أنه لم تكن هناك موانع تحول دون اتصال العلماء بعضهم ببعض.

ولكن قد نجد بعض العذر في صعوبة توصيل المعرفة إلى الآخرين بطريقة سهلة، كالرموز بالرياضيات، والمصطلحات العلمية المعبرة عن مفاهيم متفق عليها ومقبولة لدى الجميع، فمثلاً نجد عند ثابت بن قرة دستوراً لمجموعة من الأعداد المتحابة[18]. (سنفصله في الفصل السادس)، ذكره و لم يبين طريقة اكتشافه له وربما وجد صعوبة في شرح ذلك، فاكتفى بالبرهان على دستوره.

ولا أظن أن في ذلك مغالاة، لأن هذه الاكتشافات التي لم يعد ثمة مجال للشك فيها، لو أدرك الناس حقاً أهميتها، وتداولوها بعد اكتشافها، لاستمرت في بلادها معروفة. ولنأخذ مثالاً على ذلك الأعداد العشرية التي اكتمل بناؤها عند الكاشي، فلو أنها كانت شائعة بين المشتغلين بالحساب لما طواها النسيان، ولما أمكن للغرب أن يدعيها لنفسه[19]. والطريف بالأمر أن الكاشي المتوفي عام 1429م (أو ربما بعد ذلك بسنوات) يدعي أنه أول من ابتكر الكسور العشرية، مع أن الإقليدس كان قد وضع مبادئ هذه الكسور وحسابياتها وطريقة استخراج الجذر بطريقة ليست مختلفة كثيراً عن طريقة الكاشي[20]. وقد ذكر دلك كله في كتابه الذي ألفه في دمشق بين عامي 952-953 [21]. وهكذا يبدو أن خمسة قرون مرت دون أن يفطن أحد إلى هذا الكشف.

إن استعمال الكسور العشرية على نطاق واسع في بلادنا، لم ينتشر إلا منذ أن بدأ التعليم العصري في هذه البلاد، بعد احتكاكها بالغرب، ثم تطرق الشك إلى بعض الدارسين في أن يكون الكاشي قد توصل إلى هذه الكسور بعد قراءة نص ورد فيه عن الكاشي أنه وجد نسبة محيط الدائرة إلى قطرها ممثلة بعدد عشري، لأن أرقامه تتفق مع هذه النسبة. وقد تبين فعلاً أن الكاشي وجد هذه النسبة بـ 17 رقماً عشرياً مضبوطاً[22]. وهذا ما ثبت عند تحقيق كتابه « مفتاح الحساب». ولكن الكاشي كغيره من العرب-المسلمين، لم يكن يقدم في كثير من الأحيان

البرهان على قواعده التي يستنبطها، وهذا ما ذكره الأستاذ نادر النابلسي الذي حقق الكتاب المذكور(23). ولربما كان السبب كما ذكرنا منذ قليل هو وجود صعوبة في شرح ذلك، فكتاب « مفتاح الحساب» كما ألفه الكاشي (أي المخطوط) يتكون من 128 ورقة، بينما أصبحت بعد الشروح والحواشي ما يقارب الـ500 صفحة، كما لم يعرف عند من أعقبوا شرف الدين الطوسي، وبخاصة ابن بلده نصير الدين الطوسي، أنه اكتشف طريقة لإيجاد حل عددي للمعادلة من الدرجة الثالثة، ولا لاكتشافه الأهم وهو كيفية تحليله للصغائر. على الرغم من أن عمر الخيام ألح على ضرورة إيجاد حل عددي(24).

ونذكر بهذه المناسبة أيضا أن المدارس الشرعية في سورية، كانت منذ زمن ليس بالبعيد تدرس حل مسائل الدرجة الأولى بطريقة الخطأين من دون تبريرها*. أو كما وردت في كتاب بهاء الدين العاملي، الذي كان منتشرا في العالم الإسلامي، وبخاصة في إيران في أواسط القرن الماضي(25). علما أن المعارف الرياضية عند العلماء المسلمين كانت كافية لأن تعفيهم من هذه الطريقة، التي هي في حقيقة الأمر ككثير من طرق الحساب، تسير كما يقول إغمونت كولروس عنها طريقة « افتح ياسمسم »†. ولكن يبدو أن الدغماتيقية «وهي مبدأ التسليم بدون مناقشة» أو قاعدة « كل ما نقل عن الآخرين هو الأفضل »، هي قاعدة قديمة اتبعت ولا

* يبدو أن هذه الطريقة قد ظلت تتبع في الغرب حتى مرحلة متأخرة وربما حتى بدايات القرن التاسع عشر، (راجع كتاب: مفتاح الحساب، تعليق الدكتور نابلسي على هذه الطريقة).

† مثال: إذا أردنا جمع الأفراد [من الأعداد] دون الأزواج، نزيد على الفرد الأخير واحدا ونضرب نصف المجموع وهو عدد تلك الأفراد في نفسه، يحصل المطلوب. أما برهان ذلك فقد لا يتعرض له الكاشي. وليس عبثا أن سمي هذا النهج بالخوارزميات نسبة لمن اختط هذه الطريقة الخوارزمي. [ولكن الكاشي يكون قد توصل بطريقته الخاصة إلى هذه القاعدة].

تزال تُتبع على نطاق كبير في العالم العربي الإسلامي. حتى لقد غلب على العلم في النهاية (على رغم كل الإبداعات التي كانت تظهر عفوية تلقائية على ما يبدو دون أن يفطن إليها أحد) طابع المعرفة المكتبية الاطلاعية، حتى ليقال عمن لديه معرفة في شأن (في الدين مثلاً) أنه عالم، بينما هو في الحقيقة مطلع وليس عالماً، لأن العالم في عرفنا الآن هو المبدع والمجدد.

فنحن إذن أمام ظاهرة غريبة لافتة للنظر فعلاً، وهي أن كثيراً من علماء المسلمين كانوا أقل اهتماماً بأعمال من سبقهم من علماء ملتهم بالقياس إلى اهتمامهم بأقوال اليونانيين والهنود وأعمالهم، فلا نجد إلا نادراً من اهتم بأعمال من سبقه من الناطقين بالعربية وناقشها وطورها وبين محاسنها ومساوئها، واتخذها مرجعاً للسعي نحو بحوث جديدة (اللهم إلا في علوم الشريعة واللغة). وقد أعطينا على ذلك أمثلة. وحتى النقاش في هذا المجال توقف بعدئذ، عندما أقفل باب الاجتهاد. أما في العلوم البحتة، فهذا نادر جداً، وقد ينطبق على الجبر وحده[26]. وكانت الدراسات في المثلثات تبدأ كلها من جديد وتسير بغير نظام تقريباً. لذلك نجد نبذاً هنا ونبذاً هناك وأحياناً يخالجنا الشك في أن أحدهم قد اكتشف هذا الدستور–أو لعله اكتشفه فعلاً–و لم يجرؤ على تدوينه، أو لم يدرك أهميته، حتى ليقال أحياناً « ومن المحتمل أنه عرف قانون تناسب الجيوب، ومعادلات المثلثات الكروية الأساسية ». كما ورد في الحديث عن البتاني في معجم الرياضيات المعاصرة (ص100) للمؤلفين (أحمد، دعبول، حمصي). فكأن الأمر لم يكن يعنيهم أو لم يكن هدفاً يسعون إليه.

وإذا جالت في خاطر أحدهم خاطرة طريفة أو فكرة جديدة، دونها، وربما على استحياء، وربما نسبها إلى أحد اليونانيين، ولكن دون ان يتابعها حتى نهايتها، أو على الأقل حتى نهاية الشوط الذي ربما كان باستطاعته أن يقطعه. فلا الذكاء

ولا الخبرة ولا عمق النظرة كانت تنقصهم. فلا أحد يشك مثلاً في ذكاء البيروني أو ثابت بن قرة، ولا مجال للظن في عمق النظرة عند ابن الهيثم أو عند السموأل المغربي.

ب- *غياب المنهج:* وهكذا نجد أنفسنا أمام سؤال محيّر نادراً ما توقف عنده المؤرخون العرب، أو ربما تغافلوا عنه عن قصد، وهو: لماذا سار العلم في الحضارة العربية الإسلامية بهذه الخطوات المتعثرة المتقطعة، والتي بدا معها وكأنه مجرد لمحات خاطفة فردية، حتى لتكاد تكون بلا رابط يربط بينها ولا يأتي أحد لإبراز أهميتها وتنميتها؟.

يبدو أن السبب في ذلك يعود في الحقيقة إلى عدم وجود هدف واضح وخطة عمل للوصول إليه. والذين درسوا الفيزياء بقصد دراستها هم قلة. والآخرون كانوا يتطرقون إلى مواضيع فيزيائية في سياق دراستهم الفلسفية، لذلك لم يكن لديهم خطة عمل أو منهج غير المناقشات الفلسفية، وهذه الأفكار الفلسفية ليست ملزمة في أكثر الأحيان، وليست بالضرورة موضع ثقة من الآخرين، وعلى الرغم من أن بوادر منهج سليم كهذا قد وجدت، إلا أن أياً منها لم يعتمد، و لم يصبح تياراً فكرياً يأخذ به الجميع و لم يلقن للآخرين ليأخذوا به. وهذا على الرغم من وضوح بعض هذه البوادر، سواء أفي الفيزياء أم في الكيمياء أم في الطب. بل إن سلامتها وضمانة نتائجها واضحة.

حقاً إن بعضهم تابع أعمال من سبقه، ولكن ذلك لم يستمر، و لم يأخذ شكل مبدأ جدي وصِفَةٍ عامة تساعد على إغناء المعرفة و رفع بنيانها. وبخاصة انعدام المدارس والجامعات التي تدرس هذه العلوم، ونقصد الفيزياء والكيمياء والرياضيات بآخر تطوراتها.

لاشك أن عدم اعتماد العرب على فن الطباعة الذي ربّما شاهدوه عند

الصينيين والذي انتقل إلى الغرب قبيل عصر النهضة، كان عاملاً مهماً في عدم انتشار المعرفة على نطاق واسع. ولكن كثيراً ما كانت تمر فترات كافية لنقل المعرفة، فقد تمر قرون بين عالم وآخر، ومع ذلك يدعي الآخر أنه لم يطلع على عمل الأول. وقد أوردنا أمثلة على ذلك. ويرجع بعضهم عدم التواصل هذا إلى الأسباب نفسها التي تقدم ذكرها، أي إلى تقلب الأوضاع السياسية والعوامل الاقتصادية، وسيطرة النظم العسكرية وقسر الحريات، وسيطرة العقل السلفي وشيوعه دون إعمال الفكر العلمي الموضوعي، وقمع الحرية الفكرية، وإغلاق باب الاجتهاد، إلى غير ذلك من الأمور التي تميزت بها القرون الخمسة التي سبقت عصر النهضة في أوربة.

والحقيقة أن هذه العوامل كلها كان لها معاً أثر في تأخير عجلة التقدم، ولكنها لا تكفي لتبرير غياب بناء يزداد غنى، هذا على الرغم من أن الأبواب كلها كانت مفتوحة أمام انتقال المعرفة، وعلى الرغم من وجود نموذج معروف لديهم عند اليونانيين. فالعربي قلما يقول أخذت (في مجال العلوم) هذا عن فلان من العرب، ولكنه يقول أخذت عن بطليموس أو عن إقليدس أو عن أبولونيوس، في حين أن أرخميدس وأبولونيوس ومنلاوس وبابوس تمموا أعمال إقليدس، وبطليموس تمم أعمال هبارخوس، واتبع أرخميدس منهجاً إقليدياً في إيجاد مركز الثقل وقانون الروافع. كما تناقل اليونانيون كثيراً من المفاهيم التي جردوها، مثل مركز الثقل، والثقل النوعي، والكثير من المفاهيم الرياضية.

ونحن لا نجد في تاريخنا العلمي نظرية متكاملة البناء على غرار الذي أقامه إقليدس في الهندسة فحفظها وأعطاها هذا الرونق الذي لا يزال يتألق على مر العصور، أو ذلك الذي أقامه أرخميدس على غرار إقليدس في حالة الأثقال. بل كل ما نجده عند علماء المسلمين، خواطر عابرة مجزوءة تنم عن عبقرية صاحبها، ثم

سرعان ما نجد هذا الأخير محجما عن متابعتها، حتى لكأنه يخشى ذلك، أو كأنه غير طامع بأكثر مما وصل إليه، أو ليس لديه الثقة بأنه يستطيع أن يتجاوز الأولين، أو ربما لم يفكر بذلك مطلقا. وقد لا يفكر أبدا بإقناع الآخرين بفائدة عمله كما حدث لإقليدس والكاشي بالنسبة للأعداد العشرية.

وهكذا حق لجون برنال أن يقول: « لم يكن لدى العلماء المسلمين أي طموح لأن يطوروا العلم اليوناني تطويرا ثوريا »[27]. وهذا قول قد نجد فيه شيئا من المبالغة، ولكن يبدو أن عوامل التثبيط ليست حديثة العهد، وإنما هي قديمة متأصلة في النفوس منذ تلك العهود، ولا سيما عند العرب تجاه الآخرين.

ثم إننا نجد هنا، في مجال العلوم والفلسفة، أثرا للوضعية الأرسطية الضيقة التي تقف عندما ينقله الحس المباشر. فقد سار العرب في درب التجربة والاختبار. ولكنهم لم ينتقلوا إلى الخطوة الأهم التي تدخل فيها البصيرة والرؤية الشخصية الذاتية، أي **النظرية** (أو **الفرضية**). وهكذا وقفوا عند نقطة مهمة كان يمكن أن تؤدي هم إلى مفهوم القانون الكمي. وقد جمعوا الكثير من المعارف وبخاصة في الطب والكيمياء، وعلم الأدوية، وأفادوا من بعضها شيئا ما. وتوصل جابر بن حيان إلى صنع كثير من المواد، وفرق بين المعادن وأشباهها، وربما وجد قاعدة عامة في الكيمياء. ولكن ذلك كله لم يؤد إلى مجتمع صناعي.

لقد توصل غاليليه إلى قانون سقوط الأجسام، معتمدا في ذلك على مفاهيم اتخذت صفة كمية (كمفهوم السرعة الآنية والتسارع). ثم كان في ذهنه فرضية هي أن سرعة سقوط الجسم تتزايد تزايدات متساوية في أزمنة متساوية. ومن هذه المفاهيم وهذه الفرضية استطاع غاليليه بأسلوب رياضي (كان قد اتبعه بعض الرياضيين العرب وعلى رأسهم ثابت بن قرة) التوصل إلى هذا القانون[28]. وكذلك كان كبلر سباقا كما رأينا إلى رؤية ذاتية، لم تقتصر على ما

نقلته الحواس من قياسات. فقد رأى أول الأمر أن مسارات الكواكب هي دوائر، وحين لم تعطه القياسات حجة تدعم زعمه هذا، قلب الأمر وقال: إن مسارات الكواكب اهليلجية (باعتبار أن هذا الشكل قريب الشبه بالدائرة)، كما وجد أن قياساته تميل إلى ذلك.

وكان اليونانيون قد توصلوا إلى قوانين فيزيائية يمكن أن نقول إنها كمية. وكان من أهمها ذاك الذي اكتشفه أرخميدس من أن الجسم الغاطس في الماء يلاقي دفعاً من الأسفل إلى أعلى بقدر وزن حجمه من الماء. ولقد توصل إلى ذلك بالاستدلال المنطقي الأرسطي (أو الشبيه بالأرسطي)، وليس بالتجربة والقياس المنهجين. ولكي تتضح الفكرة، سأكتفي بذكر هذا الاستدلال، علماً بأن اليونانيين قد اتبعوا هذا النهج نفسه في عدد من الحالات، كانعكاس الضوء وتوازن الأثقال.

قال أرخميدس: لو حل محل الجسم الغاطس في الماء -بحسب شكله وحجمه- ماء فقط، لظل هذا الماء متوازناً.

ولما كان الجسم في هذه الحالة لا يتوازن إلا إذا خضع لقوتين متعاكستين مباشرة، فهذا الماء يلاقي إذن دفعاً من الأسفل إلى الأعلى يعادل وزنه.

ولما كان هذا الدفع موجوداً في كل الأحوال، فلو أعيد الجسم إلى مكانه في الماء لعانى إذن من هذا الدفع نفسه.

وهكذا نرى أن منهج أرخميدس يختلف عن منهج غاليليه في أنه لم يحتج إلى مفاهيم غير مألوفة من قبل، أو إلى فرض تعسفي يخرج عن إطار التجربة الذاتية البسيطة، ولكنه منهج يصلح في حالات ضيقة جداً. في حين أن منهج غاليليه ثبتت أهميته أكثر حين طبقه كل من أتى بعد غاليليه مثل هويجنز ونيوتن وهوك وبويل وباسكال وكل الفيزيائيين المعاصرين تقريباً.

ومن الطبيعي ألا يكون باستطاعة المسلمين تطبيق منهج أرخميدس بنجاح، نظراً لضيق مجاله. كما لم يخطوا الخطوة الجريئة نحو الفرضية بشكلها الضيق أو بشكلها العام أي النظرية theorie. فخطوا الخطوات الأولى نحو التجربة التي ربما سبقهم إليها بعض اليونانيين، وأحجموا عن الخطوة التالية التي لا يكتمل المنهج العلمي إلا بها كما أسلفنا، وهي الفرضية و وضع المفاهيم الواضحة، وفي هذه الأخيرة كان اليونانيون سباقين. ولكن المفهوم والنظرية (أو الفرضية) هي طراز من التفكير يمت بصلة قربى إلى الفلسفة. وهذا النمط من التفكير، وإن عُرف في المشرق، إلا أنه عُرف بأسلوب خاص لا يطابق الأسلوب الذي عرف به عند اليونانيين. فقد كان اليونانيون أجرأ على طرح الرؤية الشخصية، ولنا في أفلاطون وديموقريطس وبارمنيدس وغيرهم خير مثال، فكل من هؤلاء له رؤية تختلف عن الآخر اختلافاً واضحاً مميزاً.

فأعمال الحسن بن الهيثم كانت تكفي لأن تجعل منه عالماً في مصاف هويجنز أو نيوتن في مجال الضوء. ولكنَّ كلاً من هذين الأخيرين أقام نظرية متكاملة في الضوء، بينما أحجم الحسن بن الهيثم عن ذلك قبل نهاية الشوط بقليل. كما أن أعمال شرف الدين الطوسي التي أتينا على ذكرها والتي سنفصلها فيما بعد، تكفي لأن تجعل منه عالماً في مصاف فيرما. ولكن فيرما قدم عملاً متكاملاً في الرياضيات وطبقه على الضوء. وكانت نتيجته مبدأ فيرما الشهير عن المسار الضوئي. فلا الحسن بن الهيثم تجرأ على اتخاذ « تشبيه الضوء بالكرات الصلبة » نظرية يدافع عنها ليطورها من أتى بعده فيحسن تطبيقها على انكسار الضوء (بل لقد نقضها كمال الدين الفارسي الذي ربما كان الوحيد الذي حاول إتمام عمل الحسن بن الهيثم)[29]. ولا شرف الدين الطوسي أدرك أهمية عمله وشموله في دراسة تحولات دالة (تابع) في جوار نقطة ليجعل منها نظرية متكاملة. وهكذا بدت هذه الأعمال

شبه عاجزة، أو مبتورة، إلى أن قيّض لها من يدرك فوائدها ويظهر ثمراتها.

والحقيقة أن المعرفة العلمية عملية تتكامل باستمرار أو بناء ينمو ويتسع. وما لم تكن كذلك تتبعثر أجزاؤها وتضمحل، ويكون مصيرها كمصير المعارف والخبرات التي كانت متوارثة (وتحفظ في الصدور على الأرجح) عندما قدماء المصريين، فقد ظلت معارف مجزأة لا رابط بينها، أي أشبه ما تكون بكومة من الحجارة، ولكن « كومة الحجارة لا تشكل بناءً » كما يقول هنري بوانكاريه[30]. بل لقد وجدت هذه الحجارة عند اليونانيين أحسن مستفيد منها، وهذا باعترافهم هم أنفسهم. وإذا كان هذا القول يصدق بعض الصدق على تراثنا العلمي، فهو يصدق جداً على تراث جميع الأمم الشرقية القديمة أيضاً.

جـ- *عدم وجود أرض صالحة لنمو العلم وانتشاره:* فما لم توجد قاعدة عريضة يستند إليها هذا البناء، وتتكون من المهتمين بالعلم، يذبل هذا البناء ويتلاشى ويضيع في عالم النسيان. إن هذه الأرض الصالحة نفتقدها في تاريخنا العلمي، وبخاصة في نشأته الأولى، فهو لم يسجل لنا (بحسب ما وصل إلينا) مساجلات ومناظرات إلا في علوم اللغة والدين والفلسفة، لذلك لم يتخذ طابعاً جماعياً، أو بالأحرى لم يتكون مجتمع علماء أو مايسمى مجتمع علمي. إذ لم تنشأ مؤسسات تشرف على تعليم العلم بأعلى درجاته. وكل الجامعات والمدارس التي أنشئت كانت تدرس العلوم الدينية واللغوية والفلسفية وقليلاً جداً من المعلومات العلمية البحتة. أما الطب فكان يدرس في المشافي، ولذلك لم يكن هناك احتكاك وتلاقح بين الأفكار العلمية، إذ ترك هذا التلاقح للمصادفة وحدها، كما أن صلة العلم بالحياة وبظروف العمل كانت أضعف من أن توفر له استمراراً وقاعدة جماهيرية عريضة. في حين أن المجتمع العلمي في العالم الغربي الحديث انغمس بعد

تخلصه من سيطرة الكنيسة في مساجلات ومناقشات علنية، وأصبحت التحديات في حل المسائل أمام الملأ شيئاً مألوفاً. وأصبحت دراسة العلم البحت لهذا العلم ذاته (وليس للفلسفة) شيئاً عادياً ومنظماً، والأهم أنه جدي. فدارت تحديات بين كاردان وتارتاغليا حول إيجاد حل عام للمعادلة من الدرجة الثالثة والرابعة[31]. ودارت مناقشات وتبودلت رسائل بين ديكارت وفيرما ومرسين حول إيجاد مماس لمنحنٍ، وفكرة النهايات الحدية، وجرت مراسلات بين فيرما وباسكال حول موضوع الاحتمالات. ثم أصبح العلم حديث الصالات العامة والمنتديات، وغدا هواية للكثيرين[32].

إن معظم النظريات العلمية التي يدرسها الآن طلاب المدارس الثانوية أو الكثير منها، هي من مكتشفات الهواة. ففيرما كان محامياً ومستشاراً لمجلس مدينة تولوز. وديكارت كان رجل قانون وعسكرياً. ولافوازييه كان رجل أعمال وإدارياً فذاً، ولازار كارنو كان رجل سياسة، وابنه سادي كارنو كان مهندساً وعسكرياً. وما إن أطل القرن الثامن عشر حتى أصبحت التجارب الفيزيائية تُجرى في الصالونات، فالجدل وتبادل الأفكار، إضافة إلى سرعة انتشار الكتب بعد اختراع الطباعة، والرغبة في البحث، والطموح إلى عمل شيء ذي بال، انعكس كله على الحالة الاقتصادية، فخلق صناعات جديدة، وفرص عمل، وفوائد مادية يجنيها أصحاب الأموال، كما هو الحال في صناعة المناظير، ثم النظارات، وتطوير الساعات. ثم تطوير النظريات الحرارية، الذي رافق اختراع الآلة البخارية...إلخ.. كل ذلك ساهم في تسريع عجلة العلم، الذي نراه اليوم بناءً شامخاً يبهرنا منظره، حتى ليبعث فينا اليأس أحياناً من امتلاكه. وهذا ما سنفصله في الفصل القادم. (ولم نورد هذه الأمثلة إلا لكي نبين أهمية وجود مجتمع مؤمن بالعلم وبعطاءاته، لأن قيم الأشياء ليست في ذاتها فحسب بل بما يضفيه عليها المجتمع، ونقول هذا لأن مثقفينا

حالياً يهتمون بالأساطير وبأصول الديانات والكتب الدينية أكثر بما لايجد من اهتمامهم بالشؤون العلمية).

قد يُظن أننا نجد مبرراً لإنكار الآخرين لحضارتنا. أو نبرر سرقاهم. ولكن ليس هذا غرضنا أبداً، إننا نقرر واقعاً يجب أن نستقي منه درساً نبقيه حياً في ذاكرتنا، وإلا ما فائدة التاريخ إن لم يكن للاعتبار.

هل تذكر كتب الفيزياء شيئاً عن نظرية ابن الهيثم في انعكاس الضوء؟ وهل هناك كتاب مدرسي يقول إن جيب مجموع قوسين هو دستور أبي الوفاء البوزجاني (توفي —998م) أو أن دساتير التحويل هي دساتير يونس الصدفي المصري المتوفي عام 1008م.

فنحن ما زلنا نسمع عن ضرورة التوازن في أعداد المتجهين إلى مختلف الاختصاصات بدلاً من أن يتجمع الدارسون من ذوي الموهبة حول الاختصاصات التي تدر دخلاً أكبر في المستقبل. ومع ذلك لا تزال الاختصاصات العلمية الجادة فقيرة بالعاملين فيها، بل لا يلقى أهلوها المكانة الرفيعة في أعين المجتمع مثلما يلقى أهل العلوم المهنية. وفي حين أن العلم كما بيّنا يحتاج إلى إنسان يبدي رأيه بكل حرية، وإلى إنسان دائم التساؤل عما يدور حوله من ظواهر، نجد أن هذا الإنسان لا يلقى التشجيع على إبداء رأيه، بل يكبت كما كبت غيره في أيام القفطي، كما لم تبادر الدول العربية إلى الأخذ بنصيحة محمد عبد السلام بفتح الأبواب مشرعة أمام تبادل الفكر والمفكرين والعلماء. وبدلاً من إشاعة روح الثقافة العلمية الجادة نجد إشاعة روح المتاجرة بألاعيب العصر من وسائل الإعلاميات.

حواشي وإحالات:

. (1) جون ديزموند برنال: « *العلم في التاريخ* » الجزء الأول. المؤسسة العربية للدراسات والنشر ص306.

(2) رشدي راشد: حوار أجرته مجلة الوحدة. العدد 68 أيار/مايو 1990 ص139.

(3) د. سهيل زكار: « تاريخ العرب والإسلام منذ ما قبل المبعث وحتى سقوط بغداد » دار الفكر ط4 1982 ص343.

(4) المصدر السابق ص344.

(5) المصدر السابق ص330. والحقيقة أن سورية كانت عام 1127 تحت حكم السلاجقة الذين تميز حكمهم بصراع مرير بين قادهم، مما أنهك البلاد وتركها فريسة سهلة لغزو الصليبيين. ومنذ عام 1117 بدأ الزنكيون باحتلال أجزاء من البلاد.

(6) رشدي راشد: « L'Oeuvre algeberique de sharaf - al Din » 1986 ح$_1$ ص25، انظر الحاشية. و لم يشتهر الطوسي باكتشافه طريقة لإيجاد حل عددي للمعادلة من الدرجة الثالثة كما أراد لها الخيام. ولا باكتشافه تحليل الصغائر، على الرغم من أن هذا الكشف أهم بكثير من الاسطرلاب المستقيم.

(7) المرجع (3) ص330 - ويقول الدكتور زكار « يمكن اعتبار سنة 1059 سنة حاسمة في تاريخ الإسلام. فقد كان التركمان السلاجقة سنة متعصبين، وكانوا يعتمدون العنف والقمع والتهديد في سبيل إعادة الناس إلى السنة، وحل التعصب محل التسامح وأغلق باب الاجتهاد.

(8) راجع مصطفى نظيف: *الحسن بن الهيثم، بحوثه وكشوفه البصرية*. جامعة القاهرة. كلية الهندسة الجزء الأول. ويروي فيها الأستاذ نظيف القصة التي أوردها القفطي عن حرق الكتب. والتي سنوردها فيما بعد.

(9) وردت هذه التسمية عند الدكتور زكار في كتابه « الحروب الصليبية » ح1 ص87–88. ويقول الدكتور زكار بعدئذ أن المنتصر في الحروب الصليبية عانى بعدها من التمزق والتقاعس ورسوخ أنظمة الكهنوت الإقطاعي والاستبداد العسكري. بينما اهتزت مراكز الطبقة الأرسطوقراطية الإقطاعية في الغرب ومعها طبقة الكهنوت والعسكر.

(10) الحقيقة أن الفكر الغيبي وعلم التنجيم ظل مسيطراً حتى في الغرب وبعد عصر النهضة، ولا يزال إلى الآن يسيطر على الكثيرين فكر غيبي. ونعطي على ذلك مثالاً هو كبلر الذي دشن عصر النهضة بفتح منهج جديد في العلم كما رأينا. فقد كان يعمل مثل والدته في مجال السحر والتنجيم، وهناك ولاس Wallace الذي لم يمضِ على وفاته تسعون سنة، فقد كان يؤمن بالسحر وبتحضير الأرواح على رغم أنه أحد اثنين قالا بنظرية التطور التي تعد كشفاً علمياً يلغي جزءاً كبيراً من الفكر الغيبي.

(11) أبحاث الندوة العالمية الأولى لتاريخ العلوم عند العرب: الدكتور حكمت نجيب عبد الرحمن: *الكيمياء عند العرب و رائدها الأول جابر بن حيان* ص310 وفيها يورد الكاتب قولاً لبرتلو، وهو رائد الكيمياء الحديثة أن « لجابر بن حيان في علم الكيمياء ما لأرسطو من قبله في علم المنطق ».

(12) المرجع (1) ص340 وما بعد.

(13) ورد هذا الاستشهاد في كتاب ماري أنطوانيت تونيلا « لوي دوبروي والميكانيك التموجي » ص27 وهو مأخوذ من كتاب باسكال *pensées* (خواطر).

(14) مصطفى نظيف: *الحسن بن الهيثم: بحوثه وكشوفه البصرية*. ص52، وبشأن وجهة نظر الطوسي، انظر الصفحة 9 من الكتاب نفسه.

(15) انظر محمد جمال الدين الفندي، إمام ابراهيم أحمد: « *البيروني* »، سلسلة أعلام العرب دار الكاتب العربي للطباعة والنشر أيار/مايو 1968 ص56 وما بعد. ص150، والنظرية التي اعتمدها البيروني في رسائل أرخميدس في الدائرة التي ترجمها ثابت بن قرة. مطبعة مجلس دائرة المعارف العثمانية بحيدر آباد الدكن بالهند 1947 ص26. وقد وضع البيروني جداول لنصف وتر القوس (أي الجيب) بمعنى أنه ظل مرتبطاً بالدائرة والأوتار، علماً انه استفاد، هو ومن أتى بعده (كجمشيد الكاشي) من الجداول المثلثية في حل المثلث القائم.

(16) أحمد، دعبول، حمصي: « *معجم الرياضيات* » ص91 ورد ذلك أيضاً عند عبد الله الدفاع.

(17) هناك أمثلة كثيرة من التاريخ المعاصر. فجان برّان كان أول من قال بأن الذرة تتكون من نواة تدور حولها إلكترونات. ولكن هذا النموذج ينسب إلى رذرفورد، لأنه ورد عند برّان على صورة خاطرة لم يستطع أن يقيم الدليل التجريبي عليها. كما ان بوانكاريه توصل إلى النظرية النسبية الخاصة، ولكنها تنسب غالباً إلى آينشتين الذي أحسن عرضها وفصلها فيزيائياً. وهناك اليوم من يدعو هذه النظرية « نظرية-آينشتين بوانكاريه ».

(18) Encyclopedie Larousse: *Sciences dans le monde musulman*

(19) يقول د. عبد الله العمر في مؤلفه « ظاهرة العلم الحديث » ص185 من سلسلة عالم المعرفة العدد 69 عام 1983: « إن الأعداد العشرية ظهرت أول الأمر عند ستيفن S.Steven في بداية القرن السابع عشر، وأنه نصح التجار ومساحي الأراضي بالاستفادة منها ».

في حين أن جمشيد الكاشي شرح بالتفصيل هذه الكسور وكيفية استعمالها وكيفية إجراء العمليات الأربعة عليها وفصل عملية الجذر المعروفة. وكان الإقليدسي الدمشقي قد سبقه إلى ذلك منذ القرن العاشر الميلادي، وقد حقق كتاب الكاشي في سورية الأستاذ نادر النابلسي، ومع ذلك لم يذكر عبد الله العمر هذا أبداً.

(20) الأستاذ نادر النابلسي تحقيقه لكتاب غياث الدين جمشيد الكاشي، منشورات وزارة التعليم العالي في سورية. ص599-600.

(21) المرجع السابق. الصفحة 15 من الأخير، تعليق أحمد سويدان.

(22) المرجع السابق، ص9، من بداية الكتاب.

(23) المرجع السابق ص12.

(24) عمر الخيام «*رسائل الخيام في الجبر*» تحقيق الدكتور رشدي راشد ص6.

(25) رياضيات بهاء الدين العاملي: تحقيق جلال شوقي، جامعة حلب 1976، ص15،75.

(26) لربما كان السبب في مواصلة أعمال الجبر هو انعدام اعمال اليونانيين فيه. هذا على الرغم مما يدعيه بعض الغربيين. فأعمال ديوفانطس ليست من الجبر، وإنما هي من الحساب (نظرية الأعداد). وأما المسائل

التي يدعون انها جبرية (إيجاد طولين علم مجموعهما وجداؤهما) فكان المقصود بها مسائل هندسية لا جبرية. ولكن ما يلفت النظر في كتب العلماء المسلمين، هو الطريقة « السحرية » التي تعرض فيها الأمور. فإذا أعطوا مسألة، قالوا لك كيف تصنع لكي تصل إلى الجواب. ويحار المتلقي كيف وصل إلى الجواب، فيبدو له الأمر أشبه بالسحر. فيصبح العلم أشبه بمجموعة من القواعد السحرية التي تبدو كأنها بلا مبرر واضح. حتى لقد جاز لـ Egmont Colerus أن يطلق على هذا النوع من العلم صفة « افتح يا سمسم » في كتابه من فيثاغورس إلى هلبرت، منشورات Flammarion في فرنسة. ولذلك دعيت هذه القواعد السحرية الآن (وهي مستعملة في الحواسيب) بالخوارزميات نسبة إلى الخوارزمي الذي كان أول من سار على هذه الدرب.

(27) المرجع (1) الجزء الأول ص301.

(28) انظر مجلة La Recherche العدد 143: Galileé » Pierre thuillier » et Ĺexperimentation ص442 وما بعد.

(29) مصطفى نظيف « الحسن بن الهيثم، *بحوثه وكشوفه البصرية* » جامعة القاهرة كلية الهندسة 1942. الجزء الأول ص144 حيث نجد تفصيلاً عن شرح الفارسي وتقصيره عن فهم ابن الهيثم.

(30) هنري بوانكاريه: « La Science et L'Hypothese ». Flammarion 1945 ص168.

(31) Pierre Rousseau « L'Histoire de la Science »، ص154.

(32) المرجع السابق ص238.

- الفصل الرابع -

عوامل نشأة العلم الحديث:

تبين لنا في الفصل الأول أن ما أتى به فجر العلم الحديث يتميز بأمور نلخصها فيمايلي:

1ً - انطلاق الفكر من إسار الحدود الحسية الوضعية التي تربط الإنسان بقيود قوية إلى الواقع الظاهري الملموس. وأصبح باستطاعته أن يتصور وراء الظاهر الذي كان يبدو ملزماً، والذي تبنته الكنيسة باعتباره مؤيداً لعقائدها، واقعاً أكثر معقولية، مع أنه مخالف للتعاليم التي كانت تأخذ بها الكنيسة. حتى أن العلاقات بين الأشياء أصبح من الممكن تصورها بأشكال جديدة. و لم يعد الأمر مقتصراً على أمور الواقع المادي، بل تعداه فيما بعد إلى الواقع الاجتماعي الاقتصادي، وحتى الديني.

2ً - إن الشيء الجديد فعلاً الذي تفتق عنه هذا الانطلاق هو المفاهيم الجديدة. لقد أمكن بهذه المفاهيم إعطاء وصف عقلاني (رياضي) لواقع محسوس. حقاً إن الإنسان قد استطاع في السابق أن يضع بعض المفاهيم الأساسية التي تساعده على أمور حياته اليومية الاجتماعية-الاقتصادية. من ذلك مثلاً مفهوم الطول المقاس بواحدة قياس، ومفهوم المساحة والحجم، وحتى مفهوم العدد الذي يعود إلى تاريخ مغرق في القدم، ثم مفهوم التقدير الكمي للأوزان (أو مفهوم الثقل). ومفهوم

الوزن النوعي الذي كان له دور مهم جداً في معايرة المواد والتعبير عن هويتها. وقبل كل شيء مفهوم الوحدة النقدية الذي لعب دوراً مهماً جداً في حياة الناس الاجتماعية الاقتصادية. وكانت هذه المفاهيم كافية لأمور الناس المعاشية. ولكن التغيرات التي رافقت ازدهار التجارة والصناعة نبهت الإنسان الغربي إلى إمكانية تطوير – ليس فكرته عن العالم فحسب – بل معيشته نفسها. الأمر الذي أدى بالفكر والممارسة إلى إبداع مفاهيم جديدة أهمها مفهوم السرعة الذي تلاه مباشرة مفهوم التسارع. ثم بعده مفهوم الضغط ومفهوم كمية الحرارة النوعية، ولو تحرينا اليوم المفاهيم التي أدخلها العصر الحديث حتى في حياتنا اليومية، لوجدنا أن لدينا الكثير منها، وأنه في كل يوم تقريباً تبتدع مفاهيم جديدة. الأمر الذي سهّل التواصل العلمي وتوحيد الجهود.

3 – لقد استطاع الإنسان بهذه المفاهيم الجديدة أن يصف ظواهر الطبيعة برشاقة الأسلوب الرياضي ودقته، فكانت خطوة جريئة جداً، لأنها جعلت كل التعقيد (الذي كان يلقي الرهبة في عقل الإنسان)، من الممكن وصفه بعلاقات رياضية محددة، فيدركه العقل ويعرف كيف مسيره، وما هي خطوات سيره ماضياً وحاضراً ومستقبلاً. وأهم من هذا ولادة منهج علمي متفق عليه.

هذه في نظرنا أهم المستجدات التي ميزت فجر العلم الحديث وجعلته نقطة بارزة في تاريخ الإنسانية. إذ بدأت أحوال الناس بعدئذ تتبدل بسرعة لم يشهد لها التاريخ مثيلا من قبل، وبخاصة حين أمكن الاستفادة من هذه المعلومات في تطوير الصناعة نفسها التي ربما كانت سببا أساسيا في تطوير هذه المفاهيم الجديدة، فما هي الأسباب التي أدت إلى هذا التغير، ولماذا لم ينبثق فجر العلم الحديث إلا في

الغرب، ولماذا لم ينبثق عند الأمم الأخرى التي كانت سباقة إلى ميدان التـــأمل في أحوال الطبيعة، ومحاولة فهم خفاياها.

أثر التحولات الاقتصادية والاجتماعية:

إن المتتبع للتحولات التي طرأت على المجتمعات الغربية، يشاهد منذ النصف الثاني من القرن الحادي عشر، أي منذ بدأت الحروب الصليبية تحديداً، بداية تبدل في نظرة الغربي إلى وضعه الاجتماعي وتطلعاً إلى تغيير هذا الوضع.

بدأت الحروب الصليبية في ظاهرها حروباً دينية هدفها " تحرير " الأراضي المقدسة من أيدي " الهراطقة الوثنيين ". ولكن تبيّن بعدئذ أنها لم تكن سوى مغامرة هدفها النهب والسلب وتسجيل البطولات لفرسان العصور الوسطى من الإقطاعيين الأرسطوقراطيين. فقد كان التركيب الاجتماعي في أوروبة قائماً على ترتيب طبقي يأتي في رأسه الملك، أو الدوق الأكبر، الذي يستمد سلطته الظاهرية غالباً من مباركة البابا له، ويأتي في الدرجة الثانية كبار رجال الكنيسة، وإلى جانبهم الأمراء والإقطاعيون الذين يشكلون الطبقة الأرسطوقراطية ويحملون ألقاباً مختلفة، مثل كونت، فيكونت، مركيز، بارون... إلخ. وكان جند الملك وحراسه، ونخص بذلك طبقة الرؤساء والأمراء هم من أبناء هذه الطبقة، ثم يلي ذلك طبقة كبار الموظفين لدى المملكة ثم التجار. أما فئة الحرفيين والفلاحين فهي في آخر هذا السلم.

كان الكونت يعيش غالباً في قصر وسط إقطاعيته، فهو فيها الحاكم المطلق الذي يجني ثرواتها ويترك جزءاً يسيراً للفلاحين والحرفيين المقيمين في إقطاعيته، والذين يؤدون كل الحرف اللازمة لصناعة الأدوات الزراعية. فالإقطاعية كانت بمعنى ما مملكة صغيرة. وحين تنشب الحرب، يطلب الملك من الإقطاعيين أن يجندوا مايستطيعون من الفلاحين والحرفيين. وعلى الإقطاعي أيضاً أن يقدم شيئاً من إيراده

إلى الملك وإلى موظفيه وحراسه. ومن هذا التركيب يتضح أن المدن لم تكن بهذا الاتساع الذي هي عليه الآن، بل كانت تجمعات لبعض الموظفين وتجار الوساطة، والأسواق التي ترسل إليها البضائع للبيع، وفيها طبعاً كنائس وكهان، وهناك حرفيون، وبناؤون وبعض الصناعات البسيطة.

أما الملك الذي كان يقيم في العاصمة، فكان إلى جانبه أعوانه وجنوده والكهان الذين كان لهم شأن كبير في أمور الدولة، ثم تأتي طبقة الموظفين العاملين بشؤون القصر والتجار والخدم، ثم بعض الصناع والحرفيين. فكانت باريس مثلاً هي مجموعة منازل محصورة بين فرعي نهر السين، على شكل جزيرة لاتتعدى مساحتها بضعة آلاف من الأمتار المربعة، وكان في مكان متحف اللوفر مثلاً غابة للصيد لاتبعد أكثر من مسيرة 15 إلى 20 دقيقة سيراً على الأقدام على ضفة السين[1].

وهكذا نفهم لماذا لقيت الدعوة إلى الحروب الصليبية هذا الانتشار في أوروبة عامة وبخاصة الغربية الكاثوليكية. فهي أولاً حرب مقدسة، أو هكذا زعم، ثم إن كل مغامر كان يريد أن يثبت فروسيته وبطولته في المعارك لكي ينال لقب فارس بعدئذٍ، أو أحد الألقاب الهامة مثل كونت، مركيز...إلخ. وينال معها إقطاعية في الأرض الغربية أو في بلده.

على أن ما كسبه الأوروبيون من غزوهم لبلادنا في الحروب الصليبية، كان شيئاً أكثر بكثير من هذا، كان شيئاً يعود بالفائدة عليهم جميعاً، فقد وجدوا بلاداً تنتشر فيها المعرفة، ولايقتصر القراء فيها وحفظة الشعر على فئة من الكهان والأرسطوقراطيين الذين لم يكن لهم وجود بالمعنى الذي يفهمه الأوروبيون. وإنما هناك مدارس تعلم القراءة والكتابة لكل الراغبين من الناس، ويستطيع الكثيرون القيام بالعمليات الحسابية بسهولة ويسر، بل ربما كان بعضهم يحفظ بعض الدساتير

الجبرية شعرا أو نثرا. وهناك صناعات وحرف متطورة لم يشهدوا لهـا مثيلا في بلادهم. وربما شاهدوا الجميع يقفون جنبا إلى جنب في صلاتهم لاتمييز بين غـني وفقير أو أسود وأبيض، وهذا ما لم يألفوه أبدا في بلادهم، حتى في نهاية القرن الثامن عشر وبداية التاسع عشر.

[ومثالنا على ذلك أن ميتشل فرادي[2] (1791 – 1867) أرسله أبـوه (الذي كان يعمل حداداً) إلى المدرسة ليتعلم القراءة والكتابة، إذ لم يكن شـائعا في بريطانية لأبناء الطبقة العاملة في ذلك الحين أن يكونوا متعلمين. بل كانوا يـتركون وشأنهم في تلقي التعليم. فكيف يمكن أن يتيسر ذلك لفرادي وهو الـذي كـان يسكن في إحدى الضواحي الفقيرة القذرة في لندن. وهكذا عهد به أبوه بعدئـذ إلى مجلد كتب لكي يتعلم مهنة يكتسب منها عيشه. وكانت هذه فرصة مواتية لفـتى موهوب مثل فرادي. فراح يقرأ كل كتاب أوكل إليه تجليده. وكان أن عهد إليـه أحدهم بتجليد كتاب في الكيمياء. فاستهواه هذا العلم. وكان ذلـك فاتحـة لأن يصبح فرادي عالما كبيرا يعرفه كل من قرأ شـيئا في الكـهرباء أو الكيميـاء أو المغنطيسية. فراح يغتنم أي فرصة لقراءة كتب الكيمياء والفيزياء. مما أهله بعد جهد طويل، لأن يعين عاملا في مختبر هارفي، أو محضرا للأنـابيب ليغسـلها وينظفـها ويهيئها للاختبارات القادمة. وبدأت تظهر موهبته إلى أن أصبـح فـرادي علـى الصورة التي نعرفها].

إذن لقد تفتحت أذهان الغربيين على عالم جديد غير عالمهم، عالم لم يكـن التمييز الطبقي فيه بمثل حدته في بلدهم. وراح كل مغامر وطامح إلى الـثروة، و لم يحظ بلقب وإقطاعية، يحاول الحصول على الثروة عن طريق آخر، هو طريق التجارة والصناعة. فقد تبين أن المبادلات التجارية مع الشرق مجزية جدا. وكلنا نعرف تعلق الغربيين بتوابل الشرق وخزفه ومنسوجاته الحريرية،كما يمكن للشرقي أن يسـتفيد

من الصناعات المعدنية الغربية. فقد كان الغربيون مولعون بالأشياء الثقيلة، فسيوفهم ورماحهم ودروعهم كلها معدنية ثقيلة حتى أنها ربما كانت عبئاً عليهم في القتال مع المسلمين الذين كانوا يحملون أسلحة خفيفة تسهّل عليهم حركتهم ومناوراتهم. ولعل هذا الثقل راجع إلى وفرة المعادن في بلادهم.

هناك إذن مجال كبير للمبادلات التجارية مع البلدان الشرقية. وهناك أيضاً مجال واسع لتبادل الخبرات. ويرى هاركوت براون[3] Harcourt Brown أن تاريخ الفنون والحرف والصناعات التي عرفها الغرب، إنما هو تاريخ الاقتباس الدائم والاستيحاء المتواصل لأدوات كثيرة وأساليب في البحث عديدة استقاها الغرب من مصادر مختلفة، أو أن تاريخ الصناعة بالأحرى هو حصيلة خبرات الأمم السابقة والحضارات التي سادت في الأرض، وأن هذه الخبرات قد تمازجت في الغرب واغتنت بعد رحلات الحجاج والتجار من الغربيين والحروب الصليبية. فأذكت هذه المشاهدات والاقتباسات روح الابتكار، علاوة على التقليد وسرقة سر الصنعة من الشرقيين. فقد كانت تجربة هؤلاء طويلة امتدت على مدى قرون بدأت في الألف الثالثة قبل الميلاد حتى القرن الحادي أو الثاني عشر الميلادي، فاكتشفوا الكثير من المواد وصنعوا العديد من الوسائل، كصناعة الورق والصابون والسكر والأنسجة والأصبغة ومواد التجميل والأدوية وصناعة الخزف. فأخذ الغرب كل هذا إلى جانب مالديه هو من تقنيات وفنون.

وبعد هذا التحول الذي نقل الغرب من حالة تشبه الانغلاق على الذات إلى حالة الانفتاح على العالم الخارجي، بدأت تزدهر التجارة والأعمال المهنية والحرفية. وتكونت طبقة من رجال الأعمال (إن صح التعبير) الذين كانوا يقيمون صلات بين الحرفيين والتجار، فينقلون ماينتجه هؤلاء إلى أيدي أولئك، سواء أكانوا محليين أم غرباء. وهذا ماشجع بعضهم على تجميع بعض الحرفيين في مكان واحد، وأصبح

لديه ورشة عمل تعمل لحسابه، فهو يشرف عليها ويبيع إنتاجها. فكان هذا حافزا على أمرين، أحدهما فني وهو السعي إلى الإنتاج بالجملة عن طريق تحسين أدوات الإنتاج وابتكار وسائل جديدة، والآخر اقتصادي-اجتماعي، وهو تأسيس شركات كبيرة مساهمة تحتكر بعض الصناعات. وهكذا بدأت تتكون طبقتان في آن واحد، طبقة عمال تدفع لهم أجور مقابل إنتاجهم، وطبقة تجار أو أصحاب أعمال أو مانسميه الآن طبقة رأسماليين، أو بورجوازيين. فأخذت المدن بالاتساع وبدأت تشهد صعود طبقة جديدة لم يكد يكون لها وجود من قبل. وقد أصبحت هذه الطبقة مع مرور السنين منافسا قويا لطبقة الإقطاعيين الأرسطوقراطيين ورجال الدين والعسكريين.

إن هذه الطبقة متحررة من كثير من القيود، فهي بطبيعة تكوينها غير ملتزمة بالتقاليد والأعراف. وهي غير مدينة بشيء للكنيسة ومباركتها، فهي إذن تمتلك فسحة لابأس بها من التفكير الحر. وقد أغراها هذا الوضع في تكوين شركات كما سنرى ومصارف. ومهمة هذه المصارف طبعا هي توفير السيولة النقدية اللازمة ريثما يعطي المشروع إيراده، وهذا مقابل فائدة معينة. ثم ما أن بدأ حكام العواصم الكبيرة التي أصبحت مراكز تجارية هامة، حتى بدأ نزاع هؤلاء الحكام مع البابا يتفاقم.

ولقد بدأت تتصاعد تيارات فكرية جديدة غير التي كانت سائدة في العصور الوسطى، وأهم هذه الأفكار هي فكرة التجديد والتطوير المستمر. فها هو هانز بارون يرى « أن البحث في نشأة العلم الحديث يحتم على المرء تقصي الأسباب والظروف التي جعلت الناس يستبدلون بنظرتهم التقليدية إلى الإنسان والكون نظرة أخرى مخالفة. فلقد أتى على الناس حين ظنوا فيه أن في أحداث الكون رتابة بفضل ما أودعه الله في الطبيعة من ثبات. ولكن نظرة جديدة وجدت طريقها بعد ذلك

إلى أذهان الناس وتصوراتهم » . ولقد ارتبط هذا التجديد بظهور الطبقات الاجتماعية الجديدة الصاعدة إلى الواجهة. فالحرفيون والعمال أصبح لهم مكانة أرفع من تلك التي كانت في السابق، حين كانوا غالبا ملحقين بالإقطاعيات. وبخاصة أنهم بدؤوا يظهرون فعلا كقوة منتجة، وبدأ العمل اليدوي يظهر شيئا من أهميته بعد أن كان مبتذلا إلى أبعد الحدود. ثم هناك طبقة أرباب الصناعات الذين بدؤوا يجمعون تحت إشرافهم العديد من العمال المهنيين وبخاصة النازحين من الريف. وبدأ التجار والبورجوازيون بوجه عام يفرضون وجودهم على الساحة باعتبارهم من الممولين ودافعي الضرائب.

ويقول برتراندرسل في هذا المجال « حين بدأت نظرة العصور الوسطى إلى العالم في الاختفاء خلال القرن الرابع عشر أخذت تظهر بالتدريج قوى جديدة عملت على تشكيل العالم الحديث كما نعرفه اليوم. فمن الوجهة الاجتماعية أصبح البناء الإقطاعي للمجتمع الوسيط غير مستقر نتيجة لظهور طبقة قوية من التجار الذين تحالفوا مع الحكام ضد ملاك الأراضي الخارجين عن كل سلطة. ومن الوجهة السياسية، فقد النبلاء قدرا من حصانتهم عندما ظهرت أسلحة هجومية أفضل، جعلت من المستحيل عليهم الصمود في قلاعهم التقليدية، فإذا كانت عصي الفلاحين وفؤوسهم عاجزة عن اقتحام أسوار القلعة، فإن البارود قادر على ذلك »(5).

وبعد أن بلغت سلطة باباروما ذروتها في عهد « إينوسنت الثالث » (1198 – 1216)، وإحكام سلطته على امبراطور ألمانية وعلى الهراطقة الألبنيين†، أصبحت له السلطة العليا على الامبراطور والملوك. ويقول برتراند رسل(6) « ولكن

---

* ويربط بارون ذلك بتبدلات سياسية كان مبعثها تبدلات اقتصادية هامة.

† طائفة دينية (قريبة من المانوية) انتشرت منذ القرن الثاني عشر في وسط فرنسا حول مدينة ألبي.

يمكن القول بمعنى معين إن نجاح البابوية في الأمور الزمنية (الدنيوية) كان هو ذاته نذير تدهورها. لأن زيادة إحكام قبضته على العالم جعل سلطته تنهار ». فقد تمرّد امبراطور ألمانية فريدرك الثاني على البابا الذي خلف إينوسانت الثالث ورفض المشاركة في الحروب الصليبية. وهذا لاطلاعه الواسع على الثقافة العربية الإسلامية. وقد نشأت في إثر ذلك حركات دينية نالت من سلطة البابا، كحركة الدومينيكان التي أسسها القديس دومنيك (1170 – 1221) وحركة الفرنسيسكانيين التي أسسها القديس فرنسيس الأسيزي (1181 – 1226)[7]. وعلى الرغم من دعوة هذين التيارين إلى الزهد، فقد توليا محاكم التفتيش، ثم بدأ الأتباع من هذين التيارين الاهتمام بالعلم، فكان من تلاميذ الدومنيكان توما الإكويني (1225 – 1274) الذي , سخ فلسفة أرسطو، وهناك روجر بيكون الفرنسيسكاني (1214 – 1294) الذي أكد على أهمية الدراسة التجريبية مقابل التأمل الميتافيزيكي. فكان واحداً من سلسلة باحثين فرنسيكانيين أدى تأثيرهم إلى بدء انهيار التفكير السائد في العصور الوسطى[8].

وهنا تبدو لنا ملاحظة مهمة. وهي أنه حين تهب رياح التغيير مهما كانت أسبابه على مجتمع يسيطر فيه الدين، يبدأ هذا التغيير من داخل الدين نفسه في بادئ الأمر، وهذا مانشاهده في بلد إسلامي متشدد، حيث نجد المعارضة دائماً وحركات التمرد تأخذ طابعاً دينياً وأيدلوجية دينية.

ولقد نبّه هذا التحول الاجتماعي-الاقتصادي، الذي أدى إلى صعود تيارات فكرية جديدة وإلى صعود طبقات جديدة (كانت مسحوقة طيلة العصور السابقة)، إلى وجود الإنسان بكل حسناته وسيّئاته. فقد أصبح باستطاعة هذا الإنسان أن يشد اهتمام المفكرين إليه. فبينما كانت الاهتمامات اللاهوتية تسود الجو العام في العصور الوسطى، أصبح مفكرو القرن الرابع عشر والخامس عشر أكثر اهتماماً

بالإنسان[9]. وقد ظهر ذلك في البداية على صورة اهتمام بالشؤون اليومية التي تهم الإنسان، وبتطوير أسلوب معيشته، وبالنظر إلى الطبيعة للاستفادة من مواردها على أفضل وجه، كما بدا هذا أيضا في اهتمام المفكرين بالعلوم الإنسانية كالفلسفة والتاريخ والأدب والشعر.

ولما كانت اللغة اللاتينية عائقا يحول دون وصول مثل هذه الكتابات والأفكار إلى العامة، فقد بدأت الكتابة باللغات المحكية لكي يفهمها الناس جميعا وليس طبقة الحكام والكهان فجسب (الذين كانوا يربؤون بالأفكار من أن تنزل إلى مستوي السوقة الذين كانوا يعاملون كالبهائم). فعمد بوكاشيو (1313 – 1375) إلى إغناء اللغة الإيطالية بكتابة أعماله الأدبية بهذه اللغة، أما بترارك (1304 – 1374) فقد كان واسع المعرفة، مؤرخا وباحثا في الآثار، وباحثا مجدا عن المخطوطات القديمة. ولكن أهم أعماله كانت الأشعار التي كتبها باللغة العامية (الإيطالية)[10]. وكان الجو العام مهيأ لذلك. لأن الطبقات الجديدة الصاعدة التي بدأت تتفتح للحياة بدأ الفضول يغويها بمعرفة العلوم التي كانت حكرا على طبقة معينة، فتقبلت أعمال أمثال بوكاشيو وبترارك بلهفة، وبدأت تنفض عنها شعور الدونية الذي كان علامة ذلها وقهرها.

ولما كان بحثنا عن نشأة العلم الحديث، لذلك علينا العودة إلى هذه الطبقة العاملة من الحرفيين، الذين بدؤوا يفدون إلى المدن سواء أكانوا بنائين أو حدادين أو نجارين أو صناع نسيج أو حتى أحذية... فهؤلاء ازداد تأملهم في طبيعة عملهم بعد أن أصبح مرغوبا وازداد عليه الطلب. وبدؤوا يفكرون في الروابط وعلاقات القوى التي بدأت تخلق في أذهانهم مفاهيم جديدة لم تكن معهودة، أو لم يفطن إليها السابقون لأنه لم تكن لأعمالهم تلك الأهمية التي اكتسبتها في عصر النهضة واتساع الحركة التجارية، وبالأخص أن أي تحسين في الأداء كان يزيد من الطلب عليه

وتدفع له أجور أعلى.

وكان الرسامون ينتمون إلى الطبقة العاملة، وقد لحق طبقتهم ما لحق غيرها من الحرف، فظهرت الحركة الإنسانية في رسوم فناني عصر النهضة، أو على الأقل عند بعضهم. كما أدت الرغبة في التحسين إلى دراسة المنظور كما هو الحال عند ليونار دافينيشي (1452 – 1519) الذي أجرى دراسات عن المنظور والضوء، كما تخيل الكثير من المخترعات، وبخاصة في مجال الطيران. وقد تميزت رسومه في الوقت نفسه بطابع إنساني كما في لوحته الجيوكندة أو في لوحته العشاء الأخير. كما مارس تشريح الجثث لمعرفة تركيب الجسم البشري وتكوين أعضائه وعضلاته. وقد تميز ميكل أنجلو أيضا بتعدد مواهبه، فهو شاعر ومهندس عمارة ورسام ونحات. وقد تميزت أعماله بتمجيد القوة والعظمة والسمو كما يتجلى في رسوم كنيسة سكستين وفي تمثال موسى، وهو الذي صمم قبة القديس بطرس في روما.

وأغلب الظن أن اهتمام الغربيين في تلك الفترة بالصناعة وبوسائل النقل الجماعية، كان دافعا إلى تكوين مفهوم السرعة والتسارع. فكان هذان المفهومان من أهم المفاهيم التي تطورت في الفترة التي مهدت لعصر النهضة. ففي القرن الرابع عشر كانت دراسة التغير، ولاسيما الحركة، هي دراسة مفضلة في الجامعات، وبخاصة في أكسفورد وباريس. وقد وجد الفلاسفة في كلية مرتون في أكسفورد دستورا لمعدل التغير يعرف اليوم باسم قاعدة مرتون عند البريطانيين وتقول القاعدة « إن المسافة التي يقطعها جسم يسير بحركة متسارعة [تسارعها ثابت] في مدة معينة، هي المسافة نفسها التي يقطعها متحرك آخر بالزمن نفسه ويسير بسرعة هي سرعة المتحرك الأول بعد انقضاء نصف الزمن »[11].

وبعد أن حظيت المهن بهذا الاهتمام لأسباب تجارية واقتصادية، بدأ البحث

عن وسائل إنتاج بالجملة، كما طورت صناعة الساعات، و لم تعد مقتصرة على الساعات المائية، وأصبح قياس الزمن أكثر دقة، وصنعت آلات لرفع المياه أو لتجفيف الأراضي السبخة أو آلات لتصفيح الحديد وآلات للمطاحن الكبيرة المعتمدة على الطاقة المستمدة من مساقط المياه أو من الرياح، أو حتى من الدخان والأبخرة[12]، ودخلت صناعات جديدة إلى أوروبة مستوردة من الشرق الأقصى أو من المشرق العربي الإسلامي كصناعة السكر والورق والنسيج والصابون والخزف، وأدخلت المطابع، وأصبح العمل اليدوي أعلى منزلة مما كان عليه، وإن ظل متروكاً للطبقات الدنيا. وقد ظل هذا الأمر سارياً حتى عهود متأخرة، فابن الحداد كان يظل حداداً، وابن النجار كذلك. وهذا مارأيناه في حالة فرادي.

ففي مدى ثلاثة قرون أو بالتقريب من عام 1300 إلى عام 1600 ارتفعت مكانة بعض الطبقات إلى مرتبة أعلى مما كانت عليه (وإن لم تحل محل أخرى). بحيث أصبح هناك نوع من التقارب بين أئمة الفكر والبحث العقلي المجرد الذي كان يضطلع به الجامعيون، أي أصحاب المنزلة الرفيعة من جهة، وبين أئمة الممارسة العملية وأصحاب المهن والحرف اليدوية ممن كانت تتكون لديهم بذور تصورات مفاهيم علمية يصعب عليهم صياغتها في أسلوب علمي دقيق من جهة أخرى. ولكن مطامح التجار إلى الكسب باعتمادهم على مهارات أهل المهن وإبداعاتهم، والتنافس بينهم، رفعت من أهمية هؤلاء المهنيين كما ذكرنا.

فبينما كان يعد الرسامون والنحاتون وحتى الأطباء الجراحون الذين كانوا يستخدمون أيديهم وآلات الجراحة من الطبقات الوضيعة إلى جانب الحلاقين والقابلات، أصبحت تظهر مع بدايات القرن الخامس عشر طبقة من هؤلاء الممتهنين للعمل اليدوي، تحاول بعض المحاولات النظرية المرتبطة بطبيعة عملهم. وقد أوردنا مثالاً عن هؤلاء ليوناردو دافينيتشي الذي قام ببعض الدراسات في

البصريات وفي علم المنظور. وبدأ الرسامون يؤكدون صلتهم بـالعلوم الفكرية (الأرفع منزلة في ذلك العهد)، باعتبار أن عملهم يتطلب معرفة بالهندسة، وبالدراسات الاجتماعية والأدبية. وقل مثل ذلك بالنسبة للمخترعين والمستكشفين الجغرافيين من أرباب الملاحة البحرية. فقد كان هؤلاء وأولئك يطورون الحياة اليومية باختراعاهم واستكشافاهم. فهم الذين طوروا أساليب الملاحة البحرية وأدواهما، وصنعوا الورق والأسلاك والأسلحة النارية كالبندقية والمدفع، وطوروا عمليات التعدين وأفران اللهب. وكان التنافس الاقتصادي يذكي حماسهم واندفاعهم إلى العمل وإعمال الفكر[13]. ونذكر من أشباه العلماء هؤلاء والمهنيين في الوقت نفسه[14] برنولسكي (1377–1446) الذي صمم قبة كاتدرائية فلورنسه ومبانيها التي لاتزال إلى الآن صرحاً خالداً يؤمها يومياً مئات الزوار. وكان أبرز مساعديه جيبرتي (1377 – 1466) وليوباتستا ألبرتي Leo Battista Alberti (1407 – 1472)، وهو مهندس عمارة وله مؤلفات في البناء، وليوناردو دافينتشي، وفانوسيو برنكوزي المتوفي عام 1538 وهو رسام وله إلمام في علم التعدين، ويعد كتابه في علم المعادن أول مؤلف في الكيمياء يبتعد عن الخرافات. أما بنفينوتو تشيلّيني Benvenuto Cellini (1500 – 1571) فقد كان نقاشاً ومثالاً وحداداً ومهندساً حربياً. وهناك أيضاً ألبرت دورر Albert Durer (1471 – 1528) الرسام والنقاش الألماني الذي كتب مؤلفات في الهندسة الوصفية والتحصينات، لأنه يجمع الخيال الفني إلى العلم والتطبيق اليقيني.

وكان الأطباء والجراحون أرفع منزلة من هؤلاء الحرفيين لحاجة الناس إليهم، وكان لهؤلاء صلة ببعض الرسامين والنحاتين الذين كانوا يهتمون بالتشريح وتفاصيل الجسد، وكان صانعو الآلات الموسيقية بحاجة لمعونة المهندسين والفنانين على السواء. وكذلك صانعو الأدوات الفلكية، فقد كانوا بحاجة إلى علماء الفلك

والرياضيات. فأصبحت الصلات تقام بين هؤلاء وأولئك، وتبادلوا التصورات، ونشأ من هذا الاحتكاك علم نظري أخذ يدفع عجلة التكنولوجية، وهذه بدورها تقدم البرهان العملي للعلم وأهميته.

ولقد نشأت على يد هؤلاء الحرفيين المهرة ومن تعاونهم مع العلماء، مفاهيم جديدة، منها مثلاً مفهوم الضغط الجوي الذي أوحت به أعمال صانعي المضخات. فقد لاحظ هؤلاء أن الماء في أنبوب شاقولي، مملوء حتى آخره وغاطس في حوض فيه ماء ومقفل من جانبه العلوي، لايفرغ كله وإنما يظل الماء مرتفعاً فيه إلى حد معين أعلى من سوية الماء في الحوض. وهذا ما أدى بتورشلي (1608 – 1647) وباسكال (1623 – 1662) في النتيجة إلى أن الهواء يضغط بثقله على الماء فيترك الماء مرتفعاً في الأنبوب إلى مستوٍ يعادل به قوة ضغط الهواء. ومن هنا توصلوا إلى مفهوم الضغط عامة وأنه يتوقف على عمود السائل، ولاعبرة أبداً لمساحة مقطع الأنبوب، وقد أمكن بذلك أيضاً قياس الضغظ الجوي[15].

ويمكن أن نلخص ماسبق بالقول إن ارتقاء هذه الطبقات الصاعدة إلى طبقات فاعله في المجتمع ولها كلمتها، أبطل شيئاً فشيئاً، وعلى مدى عدة قرون، الاعتقاد الخاطئ بالفصل بين الطبقات الاجتماعية. وبدأ يسود الاعتقاد بأن الناس سواسية. وقد عبر كثير من الكتاب عن ذلك. ولا أدل على ماكان في نفوس الناس البسطاء من رغبة في التحرر من هذه الأنظمة والتقاليد البالية، من الترحاب الذي تلقت به الجماهير في فرنسة مسرحيات موليير (1622 – 1673) كمسرحيتي طرطوف والبورجوازي النبيل اللتين يسخر فيهما من الطبقات الأرسطوقراطية ومن الكهان مدعي الذكاء ومن البورجوازيين الذين يتشبهون بهذه الطبقات.

وقد ظل هذا الوضع موجوداً حتى نهاية القرن التاسع عشر، بل ربما إلى الآن. ولا أدل على ذلك من استقبال الجماهير لمسرحية سيدتي الجميلة (أو بجماليون)

لبرنارد شو. فقد تلقى الكاتب بعدها آلاف الرسائل التي تعبر عن الأمـــل، وعـــن عودة ثقة الإنسان بنفسه مهما كان وضعه الاجتماعي. فقد ازداد إيمان الإنســـان بقدراته وبإمكان تطويرها وبسيادته على هذه الأرض. وقد عبر هذا الإيمان عـــن حقيقة « أوجدها - كما يقول بيير توبيه - في الأصل، وبكـــل دقائقـــها، فئـــة بأكملها من الحرفيين. فالمهندسون، والساعاتيون، وصانعو الآلات والمدافع، وتقنيو الري والمناجم، وجميع هؤلاء، عدلوا إطار الحياة اليومية، وحولوا ببطء علاقـــات البشر بـــ " الطبيعة " وكذلك علاقات البشر بعضهم ببعض » فلم يتجـــل هـــذا التحول في انبثاق فجر العلم الحديث فحسب، بل في كل التركيبـــة الاجتماعيـــة وأنظمة الحكم، وتوفير كل أسباب مشاركة الفرد في بناء الدولة (بـــل، وفي إدارة شؤونها).

أثر الجامعات:

لقد وفرت الجامعات التي بدأت تتأسس وتتطور من القرن الثاني عشر مناخاً لاحتكاك هذه الأفكار[17]. فقد بدأ التفكير في إنشاء المدارس نتيجة للحاجـــة في أن يكون رجل الكنيسة قادراً على الكتابة والقراءة، ولديه من المعرفة مايمكنـــه مـــن الدفاع عن الكنيسة. ففي البدء كانت دراسة اللاهوت والخطابة والنحو والشـــعر والأدب عامة هي المواد التي تُدرَّس في الجامعات.

لذلك بدأت الكنيسة بإنشاء مدارس الكاتدرائية، مثـــل مدرســـة شـــارتر Chartres في فرنسة، ومدرسة رمز Reims. ثم تضخمت هذه المدارس بتأثير مـــن المدارس والجامعات الإسلامية[18]. ففي القرن العاشر الميلادي، تبنى عبد الرحمـــن الثالث (الناصر) عمليات التدريس في جامع قرطبة، وتعيين المدرسين فيه، وأجرى عليهم، فدشن بذلك تأسيس أول " جامعة " عرفت في الغرب وفي الشرق العـــربي.

فقد سبقت تأسيس جامعة الأزهر بعشرين سنة، والمدرسة النظامية في دمشق بمائة سنة. و لم يعاصره في ذلك العمل إلا مدارس نيسابور في إيران[19].

وفي القرن الحادي عشر أسست في ساليرنور (في إيطالية) مدرسة للطب[20].

ثم كانت أولى جامعات أوروبة وأشهرها جامعة باريس. وقد عرفت منذ عام 1160. وفي ذلك الوقت أنشئت جامعة بولونيه ثم أكسفورد 1167 وجامعة كمبروج 1209 ثم جامعة بادوا 1222 ثم نابولي وبراغ 1347 وكراكو (في بولونيه) 1364 وفيينا 1367 وهكذا... [21] وكان بعض الأساتذة في هذه المدارس في بداية الأمر عرب أو من تخرج من جامعة قرطبة التي كان يؤمها طلاب العلم من كل الجهات من مسيحيين ومسلمين من المشرق ومن المغرب[22].

ولكن المدارس والجامعات الإسلامية حافظت على تدريس الشؤون الدينية واللغوية والأدبية إلى جانب الفلسفة. في حين أن الجامعات الغربية أدخلت بعدئذٍ دراسة الحقوق والعلوم الإنسانية والفلسفة، وهذا ليس بجديد على الجامعات الإسلامية، ولكن الجديد هو إدخال دراسة الطب والعلوم البحتة، من فلك ورياضيات وفيزياء[23] في حين أن الطب كان يدرس عند المسلمين في المشافي. أما العلوم البحتة، فكان يأخذها المريدون عن أصحابها في منازلهم. وهكذا نجد أن كثيراً من المعلومات التي كان يفترض أن تتناقلها الأجيال حتى وقتنا الحاضر، انقطع دابرها بموت أصحابها، و لم يتح لهم نقلها لمن خلفهم، فضاع الكثير منها، بل معظمها،في عا لم النسيان.

أما في الغرب فكانت هذه الجامعات هي المراكز التي وفرت للأفكار أن تتلاقح وتنتشر منها المعرفة. وهذا ماخلق شيئاً فشيئاً مجتمعاً علمياً يهتم بالدراسة والبحث. وما أن حل القرن الرابع عشر حتى بدأت هذه الجامعات تمنح شهادات عليا في الفلسفة واللاهوت والطب والرياضيات والفلك إلى جانب العلوم الأساسية

(اللغة والأدب والخطابة والشعر...).

وهكذا تضافر هذا العامل مع التحول الاقتصادي الذي تحدثنا عنه. فبدأ يتسرب إلى الفلسفة مبدأ الممارسة والتجربة، وبخاصة بعد حجج كوبرنيك المقنعة في النظام الكوني الجديد، وقوانين كبلر التي برهنت على أهمية أعمال الرصد الدقيق والقوانين التي لم يسبق لها مثيل. وبدأ المنهج العلمي ينتشر بين عامة الناس، وبخاصة من كان يعمل منهم في مجال الدراسات الإنسانية. إذ راح منهج ديكارت في الشك يطغى عند الناس، وفاقم تساؤلاتهم حول كثير من القيم البالية وأهميتها. مما سارع في انتشار أفكار ثورية أدت إلى تغيرات جذرية في المجتمع في كثير من دول الغرب، بدءاً من انجلترة ثم فرنسة وألمانية وإيطاليا وغيرها.

ويجب ألا ننسى أثر الفلسفة والآداب اليونانية، وكذلك الكتب التي ترجمت عن اللغة العربية، ككتب الطب والرياضيات والبصريات والفلك التي كانت هي أرقى المعلومات التي يمكن أن تدرس لطلاب الجامعات، وكانت تنتقل معها طرق الممارسة والتجريب وليس المحاكمات العقلية فحسب.

وهكذا بدأت علوم العرب والمسلمين تُدرّس في جامعات الغرب، في حين أن هذه العلوم (ونقصد العلوم البحتة والرياضيات) لم يتح لها أن تُدرّس في مدارس الشرق وجامعاته ومساجده. فمفاهيم الحسن بن الهيثم وتصوراته في القرن الحادي عشر لم تدرس و لم تتطور على مدى قرون، بل أتى من يراها سخيفة لاتستحق الاعتبار ككمال الدين الفارسي ونصر الدين الطوسي الذي لم يطلع عليها على الأرجح. كما لانجد من طور أفكار شرف الدين الطوسي، و لم يأت من ينتبه إلى أهمية أعماله في الرياضيات، و لم يلتفت أحد إلى مفهوم السرعة والتسارع الذي أتى به البيروني في القرن العاشر – الحادي عشر رغم مرور كل هذه السنوات، وعلى رغم أنه كان يفترض أن تُطوّر المفاهيم التي أتى بها. ولكنهم كانوا

جميعاً يبدؤون من اليونانيين. و لم يسع أحد إلى إكمال ما بدأه سلفه إلا فيما نـــدر. ولعل ذلك راجع في الدرجة الأولى إلى أن أياً من هذه المفاهيم وهذه التصـورات لم تبرز الإمكانيات العملية التي يمكن أن تؤدي إليها. أو ربما فقد الخلف بصيرة السلف*.

أما في الغرب فالأمر مختلف. ففيما كانت الأمور تسوء في الشرق، كـــان الغرب يحسّن من مؤسساته ويطور من مفاهيمه إلى أن بدأ يظهر منذ القرن الخامس عشر رجال لاتزال شهرتهم على تألقها، كالفنانين المهندسين، والفلاسفة أمثـــال فرنسيس بيكون، وديكارت صاحب منهج الشك، وغـــيرهم كثـــير. إذ بـــدأت الجامعات تخرّج علماء وفلاسفة.

فغاليليه مثلاً، درس الطب في الجامعة، ثم تحـــول إلى دراســـة الرياضيـــات والفلك(24)، وتوصل بعدئذٍ إلى قوانينه التي أثبتها بالتجربة والبرهان الفعلي. واستفاد من دراسة العدسات في صنع نظارته، وكانت صناعة النظارات قد سبقت غاليليـه. وهكذا بدأ التطبيق العملي للعلم النظري، بينما لم يتخرج من الأزهر سوى رجـــال دين، وربما متزمتين.

ففي حين كانت اكتشافات المسلمين مجرد أعمال فردية معزولـــة، كـــانت أعمال الغربيين تأخذ شكل تيار اجتماعي خلق في النتيجة مجتمعـــاً علميـــاً يثـــير المشـــكلات، ويطلـــب التبـــاري في حلـــها. كمـــا حـــدث بـــين تارتاغليـــا (1500 – 1557) وكاردان، أو بين فيرما وباسكال بشأن الاحتمالات.

كما أن الملوك والأباطرة استهواهم مثل هذا الجدل وهذا التفتـــح الذهـــني والتجديد. فراحوا يدعمون الباحثين برعايتهم مادياً ومعنوياً. كما حدث لبراهــــه وكبلر اللذين نالا دعماً وتمويلاً من امبراطور بروسية.

---

* أو ربما أيضاً أن العربي يرى السلف الأول هو الأقدر وأنه لايمكن أن يرقـــى إلى مســـتويه أو يزيد عليه. ونحن لانزال نعاني من هذا الاعتقاد السخيف.

وربما كان أهم تبدل على النطاق الاجتماعي والتكنولوجـــي هـــو إقـــدام أصحاب رؤوس الأموال على توظيف أموالهم في البحث عن اختراعات جديدة بعد أن رأوا مايمكن أن يدرّه النجاح في هذه الحال. فدنيس بابان المولود عـــام 1647 وجد في ملجئه انجلترة التي هرب إليها بمذهبه البروتستاني من اضطهاد الكاثوليك في فرنسة، من يمول مشاريعه واختراعاته التي كانت تفشل غالباً بسبب عدم توفر مواد صلبة تتحمل قوة ضغط البخار[25]. على أن أفكاره لم تكن خطأ من حيث المبدأ، بـــل سبق لليونانيين وللعرب أن استفادوا من قوة ضغط البخار كما ذكرنا في الفصل الثاني.

وهكذا تضافرت جهود العلم والتكنولوجية ورأس المال في تطوير أحدهـــا الآخر إلى أن بلغت ما بلغته اليوم. فخلقت عمالقة الصناعة من أمثال فورد ونوبـــل وروكفلر وأسماء أخرى كثيرة يُعدّ كل رأسمالي منهم دولة بحد ذاتـــه وبمؤسســـاته ومراكز البحث التي يمولها والجامعات والصحف والمجلات التي هو صاحبها. إلى أن أدى ذلك إلى عصر الإعلاميات، التي يتوقع لمن يملكها وبخاصة الولايات المتحدة أن يسيطر على العالم.

أما الشرق الذي منه أشرق نور المعرفة، فقد أخذ في الانحدار إلى أن احتلـــت معظم أقطاره واستُغلّت أبشع استغلال. وقد أفاق الآن وراح يحاول وصل حـــاضره بماضيه.

الشرق والغرب:

قبل أن أنهي حديثي عن العوامل التي أدت إلى انبثاق العلـــم الحديـــث في أوروبة، لابد لي من كلمة أكون فيها صادقاً مع نفسي. إني (وليعذرني القـــارئ في الحديث عن نفسي، وليس غرضي إلا الأمانة) مؤمن بأن العوامل التي ذكرتها كان لها أكبر الأثر في انبثاق فجر العلم الحديث، وهذا الاعتقاد وجدت تأكيداً له عنـــد برتراند رسل وعند جون دزموند برنال وعند بيير توبيه. فبرتراند رسل فيلســـوف

من القرن العشرين يجمع إلى عمق معرفته بالعلم (وبحثه الأساسي في المنطق الرياضي) ثقافة واسعة ومتنوعة، وهو معروف بمواقفه الجريئة وبفكره الحر. وجون دزموند برنال الذي دشن علم البلورات (في دراسة الجسم الصلب)، هو واحد من كبار العلماء والمفكرين أيضا. وله باع طويل في دراسة تاريخ العلم وفي صلته بالمجتمع. وبيير توبيه أستاذ تاريخ العلوم في السوربون ومحرر في مجلة La Recherche، وهو ممن يعتد برأيهم. والثلاثة الذين اعتمدت عليهم أكبر اعتماد في كتابة هذه الصفحات مجمعون على صحة ما أوردته. فليس لي إذن أن أخشى صرخة تشكيك في صحته. ولكن لابد أن أبرئ ذمتي. فأنا أرى للغرب قيما متوارثة تختلف عن قيم شرقنا. وربما كانت هذه القيم وليدة ظروف معينة حددت صلات الغرب ضمن نطاق واسع واحتكاك دائم بين دوله. فتطورت على هذا النحو وراحت الأجيال تتناقلها جيلا عن جيل. ولابد من الإشارة إلى أن الحياة بطبيعتها، وبحكم قوانين تطورها، تميل إلى التنوع. وهذا أمر يعرفه كل من درس البيولوجية. فالتوأمان الحقيقيان، يميل كل منهما إلى أمر غير الآخر، فما بالنا بمجتمعات كان يندر الاتصال بينها.

فمن الملاحظ أن الغربي عموما يمجد الإنسان، وقد ظهر هذا في الفنين الإغريقي والروماني، وفي فلسفة اليونانيين بما هي عليه من فلسفة، لأنها أكبر دليل على إيمان الإنسان بفكره وبذاته. فلكل فيلسوف رأيه الخاص وتصوره المختلف جوهريا عن الآخر. وحتى الميثولوجية اليونانية تعبر عن ذلك، فهي الديانة الوثنية بأجلى معناها. لأن الآلهة ليسوا بعيدين عن الإنسان، بل قد يحدث تزاوج بينهما. والإغريقي في تماثيله ومنحوتاته يجسد كل تفاصيل جسد الإنسان، ويتغنى بمفاتنه (أفروديت، منيرفا، فينوس ديونيزوس، جوبيتر باخوس، بوسيدون...).

وفي بدايات عصر النهضة، عاد الغرب إلى التراث اليوناني الروماني، وتخلى

عن تأثره بالفن البيزنطي المتأثر بالشرق إلى حد ما.

والشرقي يرتدي قميصاً أو سروالاً فضفاضاً يستر به جسده، في حين أن الغربي يسعى ما أمكن إلى إظهار تفاصيل جسده، والشرقي لايعتد بنفسه وفكره مثلما يفعل الغربي، فحتى الأفكار التي ترد إلى ذهنه ليس له فضل فيها، فهي موحى بها من السماء، أو تأخذ شكلاً دينياً متصوفاً وزاهداً. في حين أن الغربي كيَّف إلهه إلى صورة إنسان.

وعلى الرغم من أن الخط العام لتطور المجتمعات البشرية، هو واحد تقريباً، إذ تحول الشرق إلى عهد الإقطاع، وكذلك في الغرب، ولكن الشرق لم يتحول إلى النمط الرأسمالي إلا بعد احتكاكه مع الغرب. فتحولت اليابان ثم تايوان وكوريه الجنوبية وكثير من بلدان جنوب شرق آسية. أما في وطننا العربي فلاتزال الرأسمالية تحبو، و لم تأخذ شكل احتكارات كبرى كما في الغرب. حتى أن بعض الماركسيين رأى أن هناك نمط تطور شرقي غير نمط التطور الغربي. (ولكن هذا الأمر لن يدوم بعدما أصبح العالم كله قرية صغيرة).

وعلى الرغم من أن الشرق كان سباقاً إلى ابتكار الصناعات، إلا أنه ظل على النمط الحِرَفي. ففي الحضارة الإسلامية عرفت صناعات كثيرة. ولكن أحداً من التجار لم يفكر باستثمار أمواله في تجمعات صناعية. ويرجع بعضهم سبب ذلك إلى أن الحكام كانوا بالمرصاد لكل من يجمع ثروة كبيرة ليستولوا عليها. وربما كان هذا سبباً، ولكنه غير كاف، إذ لم تقم مجمعات صناعية تعمل متشاركة، أو اتحادات على نمط اتحاد الهانز الذي سنتحدث عنه.

ولكني أعود إلى القول، وهل يطلب من الناس كافة أن يتطوروا على النحو ذاته. إن الحياة تأبى ذلك. والحقيقة أن الشرقي ظل مكتفياً بنمط الإقطاع والرق والحرف. و لم يجد ضرورة لطريق آخر في الاستثمار غير هذا وغير ما اعتاد عليه

أهل منطقتنا الأوسطية من الاعتماد على تجارة الترانزيت والمبادلة. هذا إضافة إلى قناعته بما هو فيه، في حين أن الغربي المعتد بنفسه، ولاسيما منذ بدايات عصر النهضة، ومنذ أن بدأت تجارته تجد رواجا، ساقه اعتداده بنفسه وبالإنجازات التي حققها إلى بناء امبرطوريته الصناعية في مقابل امبرطورية الأرسطوقراطي. إذ إن الإقطاعية في الغرب غير ما نعهده في بلداننا. فالإقطاعية هناك مملكة صغيرة تضم كل مايلزمها بما في ذلك القصر الذي يقيم فيه الإقطاعي بصورة دائمة. أما في الشرق (وفي شرقنا خاصة) كان الإقطاعي يتعرف إلى إقطاعيته عند المواسم. فيبيع الموسم ويأخذ نصيبه ويمكث أكثر وقته في المدينة. لأنه موكل بشؤون المنطقة أكثر منه مالكا لها.

هناك من يعتقد أن الفكر المجرد الذي عرف عن الغرب، موحى به من معتقدات الديانة المسيحية. ولكن اليونانيين لم يكونوا مسيحيين. وفي العصور الوسطى، حين كان الناس كلهم يعتنقون الديانة المسيحية بجد، لم يكن للعلم دور في حياة الناس. وهناك من يعتقد أن فجر العلم الحديث قد انبثق هكذا فجأة من دون مقدمات، او نتيجة يقظة وعي هبط عليهم فجأة. وهذا أيضا أمر لا يؤكده الواقع. لأن الوعي، إذا كان تفتح، فنتيجة لظروف معينة سبق أن بيناها، وهي التي جعلت الإنسان يفطن إلى أشياء لم يكن يأبه لها.

إن الاختلاف بين الشرق والغرب يرجع على مانرجح إلى أن كلا منهما قد تطور بمعزل عن الآخر ولفترات طويلة. فسار كل منهما في طريق، ولما كانت المعرفة تبدأ أول ماتبدأ بالتعرف الحسي، فهي تبدأ بطبيعة الحال إلى معرفة « وضعية » ثم يتم الانتقال إلى البحث عن الأسباب العقلانية الخفية للظواهر، لذلك كان الشرق، وهو البادئ دائما بهذه الخبرات الحسية، يتصف بهذا المظهر الوضعي. لأنه في الأصل، وفي كل مرحلة هو البادئ بالحضارة. فحين كان الشرق

ينحدر إلى الانحلال نتيجة عوامل كثيرة ذكرنا شيئاً منها في مشرقنا العربي الإسلامي، كان الغرب يتجه نحو الصعود والهيمنة، فالشرق يبدأ بالخبرات الحسية وبتكوين مشاريع القوانين ومشاريع المفاهيم، ثم يأتي الغرب ليتممها.

ولو استعرضنا تاريخ التناوب في استلام شعلة الحضارة بين الشرق والغرب لوجدنا أن الحضارات الأولى كانت في الشرق، ثم أتى الغرب مُمثلاً باليونانيين ليبلور هذه الخبرات التي استقاها من الشرق. فبنى عليها نظريات ومفاهيم فلسفية وعلمية. ونضجت عنده الخبرات الرياضية والهندسية والميكانيكية، فبدت لنا الحضارة اليونانية وكأنها معجزة. ثم عاد الشرق ممثلاً بالحضارة الإسلامية والهندية والصينية، وإن تكن الإسلامية أبرزها لأنها ورثت حضارتين هندية ويونانية.

وبينما غرق الغرب في ظلمات القرون الوسطى الأولى، كانت الحضارة الإسلامية تمر بمرحلة تجربة إنسانية، طالت إلى حد ما، وتمرس فيها الإنسان في تشريع القوانين وعلاقات الأفراد في المجتمع وأخلاقهم. وأصبح الشرق متميزاً بأنه مصدر الديانات التي تعم العالم كله اليوم، من مسيحية وإسلامية وبوذية وهندوسية وطاوية وكونفوشيوسية. كما تعمقت تجربة هذا الشرق على امتداده كله تقريباً، من الصين إلى شواطئ البحر الأبيض المتوسط الشرقية والجنوبية وحتى إسبانية، فزخرت هذه الفترة أيضاً بتجربة عملية وحسية طويلة واحتكاك بين الدين والفلسفة عند المسلمين بوجه خاص، فكانت هذه التجربة تراوح بين الوضوح التام في الوعي وبين التلمس. وما أن انحدرت هذه الحضارات حتى بزغ نجم الغرب من جديد وعاد إلى استلام الشعلة نتيجة أحداث اقتصادية واجتماعية وسياسية.. إلخ، فبادر إلى بلورة الأفكار التي كانت متأرجحة مضطربة في بداياتها في الشرق. وكان المنهج العلمي هو الأبرز بين هذه الخبرات التي نضجت.

فليس للغربي من هذا المنظور ميزة عن الشرق، ولا للشرق ميزة عن الغرب.

فكل منهما أدى رسالته، وكل منهما يتمم الآخر. والحياة كما قلنا تميل إلى التنوع، ولولاه لما تطورت الكائنات، ولما تطور العلم بوجه خاص. بل ربما تبين للأجيال القادمة أن طريق الغرب إلى الرأسمالية المتوحشة، هو الذي أدى إلى كوارث بيئية، فلم يعد الإنسان ابن الطبيعة البار المتهادن معها، بل مدمرها. إذ دمرها بغازاته ورفع درجة حرارتها وحكم على كثير من غاباتها بالموت ولوث مياهها. لذلك قد يرى الإنسان – بل هناك من يرى ذلك فعلاً – أنه من الأجدى العودة إلى نموذج شرقي معدل أكثر تآلفاً مع الطبيعة، يعتمد الحرف والهوايات الفردية، بدلاً من هذه المنشآت الصناعية الضخمة. هذا على رغم أن هذه المنشآت ضرورية لتطوير العلم. لذلك لابد من إيجاد صيغة توفق بين استمرار التقدم العلمي وعدم المساس بالطبيعة مع توفير حاجيات الناس كلهم مقابل أعمالهم وخدماتهم. فهل يجد الإنسان هذه الصيغة؟

حواشي وإحالات:

(1) Le Louvre Musée des Maitres: منشورات Editions Le Cercle d Árt الصفحات الأولى.

(2) قصة الفيزياء تأليف لويد متز وجيفرسون هين ويفر. سلسلة الثقافة المميزة. منشورات دار طلاس ص149.

(3) نقلا عن عبد الله العمر « ظاهرة العلم الحديث » سلسلة عالم المعرفة.

(4) المصدر السابق ص109 ومابعد.

(5) برتراندرسل: «حكمة الغرب» ج2 ص17 (من سلسلة عالم المعرفة).

(6) المصدر السابق ج1 ص290-1.

(7) المصدر السابق ج1 ص294.

(8) وهذا ما استقاه على الأرجح من أعمال ابن الهيثم في البصريات التي ترجمها فيتلو الإيطالي في القرن الثالث عشر (راجع كتاب مصطفى نظيف " ابن الهيثم " بحوثه وكشوفه في البصريات ص1 من الجزء الأول. ويبدو أن روجر بيكون كان على علم ببعض أعمال ابن الهيثم. راجع أيضا كتاب زهير حميدان " أعلام الحضارة العربية الإسلامية في العلوم النظرية والتطبيقية " منشورات وزارة الثقافة ج1 ص310-1.

(9) المصدر (5) ج2 ص17، 18.

(10) "حكمة الغرب " ج2 ص17. " العلم في التاريخ " تأليف جون ديزموند برنال، ج2 ص22.

(11) Carl B. Boyer: « À History of Mathematics » ص262.

(12) Pierre Thuillier (بيير تورييه) " العالم الصغير " منشورات وزارة الثقافة في سورية، ففي هذا الكتاب وكذلك في كتاب برنال " العلم

في التاريخ آخر المجلد الاول وبداية الثاني، نجد كثيراً عن هذه الصناعات.

(13) بيير توبييه: " العالم الصغير " منشورات وزارة الثقافة ص66.

(14) عبد الله العمر " ظاهرة العلم الحديث " سلسلة عالم المعرفة ص190 وكذلك كتاب برنال "العلم في التاريخ" ص25. وحتى في المصدر (13). هذه المصادر كلها متفقة على هذا الأمر. بل وباستطاعة القارئ إيجاد أسماء أكثر مما ذكرت من هؤلاء الفنانين أو الحرفيين والعلماء في الوقت نفسه.

(15) راجع بهذا الخصوص كتاب جيمس كونانت "Science and common sense" الذي ترجمه إلى العربية الدكتور أحمد زكي بعنوان "مواقف حاسمة في تاريخ العلم" ونشر في سلسلة الألف كتاب في الخمسينات من هذا القرن. ففي هذا الكتاب نجد أمثلة عن هؤلاء العلماء الحرفيين وتعاونهم مع العلماء النظريين. وأهمية التجربة العامة في نشأة المفاهيم.

(16) المرجع (13) ص63. راجع أيضاً المرجع (14) ص177 – 191.

(17) انظر كتاب برنال المذكور في (14) حيث يوجد سرد لتأسيس الجامعات: جامعة باريس 1160 م جامعة أكسفورد 1167م (وتكاد تكون فرعاً لجامعة باريس). جامعة كمبردج 1209م. جامعة بادوا 1222م. جامعة نابولي 1224، سالامتكا 1227، جامعة براغ 1347م جامعة فيينا 1367.... في حين كان المسجد ومنزل العالم هما المكانان اللذان يتم فيهما تدريس الفلسفة وعلوم الدين، أما العلوم البحتة فغالباً في المنزل (في البلدان الإسلامية).

(18) راجع كتاب برنال المذكور في (14) ص325.

(19) شاكر مصطفى: " الأندلس في التاريخ " منشورات وزارة الثقافة السورية ص-74.

(20) جون د.برنال: " العلم في التاريخ الجزء الأول: ص324-5.

(21) راجع كتاب برنال ص325 نفسها.

(22) المرجع (19).

(23) برنال " العلم في التاريخ " ص325-6 حيث نشاهد صورة ترجع إلى عام 1403. تبين كيف أصبح التشريح يدرس في الجامعة دراسته على الواقع، وإن يكن المرجع الأساسي جالينوس. ولكن المرجع (11) يذكر أن الجامعات في القرن الرابع عشر كانت (على الأقل في انجلترة) تدرس علوماً أكثر حداثةً. ويذكر مؤلفا كتاب، قصة الفيزياء، [منشورات دار طلاس، سلسلة الثقافة الميسرة للعدد 6] ص34 أن رورجر بيكون في القرن الثالث عشر خالف تعاليم الكنيسة ودرّس البصريات والميكانيك وتحريك السوائل، ثم اجبر على التخلي عن تدريسها (ونذكر أن روجر بيكون في القرن الثالث عشر ربما كان مطلعاً على أعمال ابن الهيثم).

(24) راجع " قصة الفيزياء " [المرجع السابق] ص24 ومابعد حيث نقرأ ماهي الدراسات التي تابعها كوبرنيك وبخاصة الرياضيات في جامعة كراكو (كراكوفا) في القرن الخامس عشر. وبعده تقرأ في ص33 ومابعد ماهي الدراسات التي تابعها غاليليه.

- الفصل الخامس -

تراثنا وفجر العلم الحديث:

الجذور الأولى للعقلية العربية الإسلامية:

يقول أندريه ميكيل إن الجزيرة العربية تمتد من الهلال الخصيب شمالاً حتى شواطئ بحر العرب جنوباً، وأن هذه الرقعة الواسعة من الأرض كانت تتجول فيها القبائل العربية عبر التاريخ من جنوبها إلى شمالها أو بالعكس.

وإذا اتخذنا انتشار اللغة العربية في وقتنا الراهن، معياراً لمدى انتشار العرب، وجدنا أن شمال إفريقية الذي أسس فيه الفينيقيون مراكز تجارية هامة كقرطاجة والجزائر وغيرها، أو ارتحلت إليه القبائل العربية بعد الفتح الإسلامي، كالهلاليين وغيرهم في مصر وليبية والجزائر والمغرب وموريتانية، عندئذٍ تصبح رقعة العالم العربي أوسع بكثير مما حددها به أندريه ميكيل.

وإذا سمح لي بأن أتجاوز الحدود وأستخدم التسميات معياراً للتاريخ على نحو مايفعل بعض المؤرخين، فإني أقول: ربما كانت التسمية هابيرو التي أطلقت على من يعبرون الصحاري وينتقلون بين البلدان، هي الأصل لتسمية العرب عرباً وللعبريين عبريين. وأرجو المعذرة سلفاً، ولكنه خاطر أبى إلا أن يخرج من غياهب الفكر وتوارد خواطره.

ولكن كلمة العرب لم يرد لها ذكر عند قدماء المؤرخين إلا في عصر متأخر نسبياً. فلربما أطلق هذا الاسم في القرن التاسع ق.م على سكان قلب الجزيرة

العربية، ولا علم لنا بماذا كان يسميهم السومريون والبابليون والمصريون قبل ذلك. ومهما يكن من أمر، فإن هؤلاء العرب لم يكن لهم شأن إلا حين بدؤوا بتكوين ممالك على أطراف الامبراطورية الرومانية كالأنباط في الرقيم (البتراء حاليا) فهؤلاء شعب من الشعوب العربية، تدل على ذلك أسماؤهم واسم مدينتهم وطريقة عيشهم من حيث التجارة والنقل، وآلهتهم. وهذا ينطبق على باني مملكة تدمر ومدائن صالح والحضر في شمال العراق. بل وينطبق أيضا على بناة مكة والمدينة، الذين خرج منهم الإسلام. فهؤلاء أيضا كانوا يعيشون من التجارة بين الشمال والجنوب، وإن ظلوا بين البداوة والحضر، و لم تمتد إليهم حضارة الرومان، فلم يبنوا مدنا على طريقة تدمر أو جرش. وإذا كانت صلتهم بالبداوة قوية، فقد كان ذلك أيضا شأن سكان تدمر والرقيم ومدائن صالح، فحكايات زنوبيا التي أصبح اسمها عند العرب زينب بعد ذلك كانت متداولة على مايبدو بينهم، ولاأدل على ذلك من أن العرب وحدهم الذين احتفظوا بهذا الاسم زينب. أما ديانتهم فكانت، كما نعرف، وثنية وإن اعتنق بعضهم الديانة المسيحية، (وربما اليهودية؟).

ولانعلم أن للعرب بناء أسطوريا عن آلهتهم اللات والعزى ومناة. ولكن مارواه المؤرخون هو أن هذه الآلهة لم تكن في شبه الجزيرة العربية ممثلة بتماثيل تجسد جسما بشريا كما نشاهد عند الفينيقيين أو التدمريين (أو المصريين القدماء أو اليونانيين). وهكذا نستطيع أن نحكم أن الفن التشكيلي كان شبه معدوم، إلا ربما في أطراف الجزيرة العربية، في اليمن مثلا. وهذا أمر طبيعي لمن يعيش هذه الحياة القائمة في أغلبها على رعي الإبل والماشية والتجارة بين شمال الجزيرة وجنوبها. وهكذا ظل هذا الطابع مرافقا للإسلام و لم يعبأ المسلمون كثيرا بفن الرسم أو النحت.

ولكن الفطرة تأبى إلا أن تغلب، فسرعان ماوجد العرب فنا تشكيليا يتناسب

مع نظرهم الجمالية فبرعوا في الزخرفة والخط. ولكن المكانة الأولى ظلت للشعر. ولاتتحدث أشعارهم التي وصلتنا أبداً عن أساطير. وما وردنا من شعر يتعلق بالآلهة هو مجرد أدعية وليس عن مغامرات أو نوع من العلاقات بين هذه الآلهة، كما في الأساطير المصربة القديمة واليونانية. وهكذا كانت وثنية هذا الشعب العربي القاطن في الصحراء هزيلة لم توح إلا بالقليل من الأفكار ومن لمحات الخيال. و لم يرافقها كما قلنا فن تشكيلي من رسم ونحت. فتمثالا اللات والعزى، كما يقال، كانا مجرد حجرين، قد لا يوحيان بأي شكل معين. وأما تمثال هبل فيقال إنه جلب من الخارج مكسور اليد. وربما كانت الكعبة تحوي في داخلها بعض الرسوم على أرضها أو جدرانها أو ربما سقفها ولكنها أخفيت أو أزيلت. ومهما يكن من أمر، فإن عدم اكتراث العرب بفن الرسم بوجه عام إلأ في الزخرفة (والدليل على ذلك أنهم لم يخلدوا سوى اسم أو اثنين من الفنانين) هو دليل على عدم اهتمام به من الأساس. في حين أنهم خلدوا اسم أصغر شاعر.

فلكي نفهم طبيعة تفكير العرب المسلمين، يجب أن ننطلق من هذا الواقع الذي لايمكن أن يفرز سوى فكر يحده المحسوس، وتحده مقتضيات العيش والبقاء. وليس له إلا أن يبدي عجبه من هذا النظام الكوني. فربط فصول السنة بغياب نجوم وظهور غيرها، ووضع أسماء لمجموعات النجوم، لأن وضعها في السماء كان يهديه في مسيره الليلي في صحراء ليس فيها معالم واضحة. وقد ظلت أسماء هذه المجموعات محفوظة،حتى لقد أصبحت جزءاً من مفردات الفلك في العالم كله، كفم الحوت، وبيت الجوزاء. وربما تخيل العرب بعض الأمور بشأن هذه الكواكب، ولكن لم يقف المؤرخون كثيراً عندها. على أن مايهمنا هنا هو أن الأمور المعاشية لم تترك للعربي في بداوته فرصة الكشف عن خفايا هذا الكون والروابط الكامنة وراء ظواهره. وهكذا ظل العالم يبدو في الصورة التي هو عليها. (هكذا وُجِد

والسلام). وهذا ماسنعبر عنه بالقول: كان الفكر العربي وضعياً، فوجد بعدئـذٍ في الفكر الأرسطي خير معبر عنه.

أمران بارزان في تراثنا العلمي:

في شهر آذار من عام 1997 ظهر في سلسلة عالم المعرفة الصادرة عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب في الكويت، كتاب بعنوان « فجر العلم الجديـث الإسلام، الصين، الغرب ». للمؤلف توبي أ.هاف، وفي هذا الكتاب أبرز المؤلـف سمتين أساسيَّتين في تراثنا العلمي، تكمن في أولاهما الحقيقة الهامة وهـي تمسك المسلمين بأرسطو، التي بينا أصولها وسبق أن أشرنا إليها في أكثر من مناسبة*. لذلك نقول ليس اختيار العرب لأرسطو هو الذي جعلهم يسيرون في طريق الوضعية، بل إن وضعيتهم التي لامراء فيها هي التي جعلتهم يختارون أرسطو، فهو الأسهل تناولاً « فبكل بساطة وعفوية، لايرى أرسطو أي تعارض بين الإدراكات الحسية المتغـيرة وموضوعها الخارجي » وهذا مايراه أيضاً كل إنسان ينساق مع عفويته واحتياجاته اليومية. وهذه العقلية لم يكونها تشريع معين أو ثقافة معينة. لأن التشريع والثقافـة هما نتاج العقلية التي تساهم في تكوينها بيئة الإنسان ودرجـة وعيـه وظروفـه الاقتصادية – الاجتماعية بالدرجة الأولى، بل أكاد أقول وسيلة الإنتـاج. ولكـن الأنظمة والأنساق التربوية والاجتماعية والسياسية التي تنبثق عن هـذه العقليـة، ستساهم في تكوين البيئة والمحيط الاجتماعي الاقتصادي الفكري الذي سـتنمو في كنفه الأجيال القادمة. فهي إذن ستساهم بدورها في تكوين عقليتها. ويظل هـذا التناوب سائراً في جدلية تعمق هذه العقلية وتؤصلـها إلى أن تتبـدل الأوضـاع الاقتصادية الاجتماعية جذرياً. وعندئذٍ قد تؤدي إلى تغير جديد وعقلية جديـدة.

* مجلة المعرفة العدد 389 شباط/فبراير 1996 ص32، ومجلة التراث العربي العدد 66. ص149.

وسنبين في النهاية ملامح هذه العقلية " الوضعية " في الشرق عامة، وفي شرقنا العربي الإسلامي بوجه خاص.

والسمة الأساسية الثانية التي أبرزها المؤلف هي ماسنسميه عقلية الثبات التي ربما كانت ذات صلة بالسمة الأولى. فعلى الرغم من النقلة النوعية التي أحدثها الإسلام من الحالة البدوية - الحضرية إلى الحالة الحضرية، فقد ظل الحنين إلى البداوة مستمرا، وربما كان مستمرا إلى الآن، وهذا لأنه لم تبرز وسيلة إنتاج مغايرة جذريا لما كانت عليه في الحالة الأولى، كما لم تكن هناك رغبة كما يبدو في إحداث هذا التغيير، إذ لم تنشأ ظروف تدفعهم إلى ذلك.

وقد تجلت هذه السمة في العجز عن إنشاء هياكل وأطر سياسية قوية تضمن للدولة والأفراد حقوقهم. فأول من نظم سجلات لبيت المال هو الخليفة عثمان، لأنه كان تاجرا متآلفا مع هذا النوع من التنظيم. وفي العصر الأموي أدخلت الدواوين على الطريقة الرومية البيزنطية، **ولكن لم يوضع نظام واضح محدد لتوفير شرط الشورى الذي هو من حقوق الأفراد والمواطنين بحسب الشريعة.**

والأهم من هذا هو عدم إنشاء مؤسسات رسمية معترف بها كالجامعات والمعاهد العليا لكي تقوم، لابنشر العلم فحسب (لأن المساجد والمستشفيات التي أنشئت بعدئذ كانت تقوم بذلك)، بل بمنح براءة رسمية معترف بها لدى الدولة، تؤكد امتلاك طالب العلم للحد الأدنى من المعرفة الذي يؤهله لمتابعة البحث ومواصلة نشر المعرفة، ولاسيما في العلوم الأساسية. وهكذا لم يتكون مجتمع علمي يغني الحوار العلمي واحتكاك الأفكار وتبادلها.

عودة إلى بواعث فجر العلم الحديث:

وبعد أن يؤكد مؤلف كتاب « فجر العلم الحديث... » على أن متابعة

العلم تقتضي دعماً فكرياً ومؤسساتياً لكي يتقدم باطراد، يورد نصاً يوحي فيه بأنه يعترف " بأن نشأة العلم في الغرب، وعدم تطوره في الحضارة الإسلامية أو في الصين، أو في أي مكان آخر ، توازي مشكلة نشأة الرأسمالية الحديثة "[(1)] وهذا ماكنا بيناه في الفصل السابق بشيء من التفصيل. ولكن المؤلف ينتقل مباشرة إلى الحديث عن ماكس فيبر وكتابه « مجموعة مقالات عن سوسولوجية الدين » الذي نظر إلى موضوعه، بحسب قول توبي هاف عنه، من زاوية تطور العقلانية والمذهب العقلي. ويورد – نقلاً عنه – النص التالي: " إن مهمتنا الأولى هي أن نفسر تكون الخصوصية الخاصة للمذهب العقلي الغربي في صورته الغربية الحديثة "[(2)].

وإذا عدنا إلى كتاب ماكس فيبر « الأخلاق البروتستانتية وروح الرأسمالية » وجدنا أن المؤلف يربط نشأة الرأسمالية بالفكر البروتستانتي. فهو يرى أن البنية العقلية التي يرسخها الدين لها تأثير في تطور عقلية اقتصادية·مغامرة « لأنها تحول المعاملة الدينية " الميتافيزيائية " إلى دين معاملة وضعية قام عليها المشروع الرأسمالي »[(3)].

وهكذا نفهم من توبي هاف أن هناك أساساً دينياً لنشأة الرأسمالية وبالتالي لنشوء العلم الحديث. وفي هذا كما نرى قلب للحقائق، لأن الرأسمالية نشأت، أو بالأحرى، ظهرت بوادرها قبل نشأة البروتستانتية. فقد بدأت الرأسمالية أولاً، كما رأينا، على شكل تطور طبقة بورجوازية دعّم وجودها اكتشاف أسواق جديدة في الشرق، وبخاصة بعد اكتشاف رأس الرجاء الصالح في القرن الخامس عشر (1497 – 1499)، أي قبل حركة لوثر (1483 – 1546) التي بدأت في عام 1520، وتمت الرحلة إلى أميركا لأول مرة بقيادة كريستوف كولومبس في الأعوام 1493 – 1494. أي قبل حركة لوثر أيضاً، وهذه كلها هي بدايات التحرك نحو الرأسمالية.

وقد أدى انتعاش التجارة إلى تكوين طبقة من الفلاحين والعمال من ذوي

الثروات المحدودة، مما اغرى هذه الطبقة بزيادة استهلاكها، وهذا بدوره شجع طبقة التجار وأرباب الصناعة على تأسيس المصانع، بل أدى حتى إلى تكوين اتحادات احتكارية[4]، فكان لذلك كله أثر في تطوير الصناعة التي بدأت تتحسن منذ منتصف القرن الثالث عشر. لأن الإنتاج لم يعد قاصراً على أصحاب الحرف المنعزلين، بل تعداه إلى الإنتاج بالجملة. وهذا النوع من الإنتاج يحتاج طبعاً إلى تحسين الوسائل والتقنيات المتاحة وإلى وسائط نقل. فأصبح يشاهد منذ القرن الرابع عشر، وحتى قبله، وسائل إنتاج تعتمد على الطاقات الطبيعية كقوة الرياح ومساقط المياه، وتحسنت وسائل نقل الحركة وتغيير اتجاهها كالتروس (المسننات) الأفقية والعمودية، (وربما أخذوا هذه الفكرة عن المسلمين) والسيور وغير ذلك من الوسائل الميكانيكية التي تؤدي أغراضها بسرعة أكبر، وربما بإتقان أكثر أيضاً[5].

كانت المنافسة شديدة بين المدن تصل إلى الحرب بين حكوماتها. ثم بدأت هذه الحكومات تقدر قيمة التعاون (أو دعونا نقول التواطؤ) لاستغلال الأقاليم الأقل تطوراً. ويذكر جون ديزموند برنال من هذه الاتحادات *اتحاد الهانز الألماني الشمالي الذي أسس في القرن الرابع عشر* والذي ركّز على استغلال تجارة البلطيق. فكان لهذا الاتحاد أسطوله ومصانعه القائمة في عدد من المدن. وكان يركّز على شراء الخامات من البلاد المجاورة وإعادة تصديرها سلعاً بأسعار مرتفعة[6].

وعلى الرغم من هذا التبدل الاقتصادي الذي شهدته أوروبة الغربية، فقد ظل الإقطاع هو المسيطر. ولكن حكام المدن كانوا دائماً في نزاع مع السلطة البابوية منذ القرن الحادي عشر[7]. وعندما نقلت تقنية الطباعة من الصين منذ نهاية القرن الرابع عشر، بدأ يرافقها تطوير صناعات أخرى، كصناعة الورق مثلاً، التي نقلها العرب إلى اوروبة في القرن الثاني عشر. وأصبح من اليسير على أرباب المهن والحرفيين والعمال المهرة أن ينقلوا إلى الآخرين خبراتهم عن طريق الكتب والرسوم.

وحتى فن الرسم نفسه، تطور لكي يواكب هذا التقدم. وبدأت محاولات الاستفادة من الإسقاط المنظوري تتحسن، سواء أفي الرسم الصناعي التقني أم الرسم الفني، وأصبحت اللوحات توحي بالعمق.

كما أدى إدخال فن الطباعة الذي نقل عن الصين إلى انتشار الكتب بين أيدي قطاع واسع من الشعب، لم يكن في السابق متعلما. وبدأ كثيرون من عامة الناس ممن لم يكونوا يسمعون آيات الكتاب المقدس إلا من رجال الكنيسة، يتعلمون القراءة والكتابة، ولاسيما بعد أن ترجم الكتاب المقدس إلى اللغات المحلية الدارجة بدلا من اللاتينية. وقد قام لوثر نفسه بإعادة كتابة العهد الجديد باللغة الشعبية[8] عند تخفيه بين عامي 1521 و 1530 وهكذا لم يعد التأمل فيها قاصرا على فئة معينة مختارة.

ولما كان تطور التقنيات محرضا دائما على التأمل والتفكير عند التعامل مع الآلة، لذلك كثر التساؤل وتطورت مفاهيم لم يكن لها وجود من قبل. وأهم هذه المفاهيم في نظرنا، وكما بينا دائما، هو مفهوم السرعة (المسافة المقطوعة في واحدة الزمن). وهذا المفهوم لم يكن له وجود، لاعند اليونانيين، ولا عند العرب المسلمين[9]. (وربما كان السبب هو عدم اكتراثهم بتقنيات التسريع والإنتاج بالجملة وبوسائل النقل الجماعية). في حين أن دراسة التغير كما سبق أن بينا، ولاسيما في الحركة (تغير المسافة مع الزمن، تغير السرعة)، كانت دراسة مفضلة في الجامعات الغربية، وبخاصة في أكسفورد وباريس، في القرن الرابع عشر. فمنذ ذلك الوقت بدأت تتبلور مفاهيم السرعة والتسارع[10] التي استخدمها كبلر (1571 – 1630) في استنتاج حركة الكواكب، واستفاد منها غاليليه (1564 – 1642) في قانون سقوط الأجسام. وهذه المفاهيم أدت إلى دراسة معدل تغير مقدار، وإلى مفهوم المشتق، وبهذه المفاهيم استهل فجر العلم الحديث.

ولقد أدى انتشار الكتب بين أيدي بعض العامة من الناس إلى الاستغناء شيئا فشيئا عن رجال الدين، وعن النظر إليهم كأنهم من طينة أخرى، ولاسيما أن الحكومات الإقطاعية والطبقات البورجوازية كانت منذ القرن الحادي أو الثاني عشر في منازعات مع الكنيسة. وهذا كله حدث قبل أن يقوم لوثر (1483 – 1546) بحركة التمرد على الكنيسة، بادئا بانتقاد سلوك البابا، ثم بالتمرد عليه، ثم بحركة إصلاح ديني شامل. فأخذت هذه العوامل كلها تتفاعل وتتضافر، مما خلق جوا فكريا وذهنيا متفتحا لم يسبق له مثيل من قبل (ولاحتى في العالم الإسلامي الذي كان الدين فيه يصبح أكثر تصلبا وتمسكا بالتقاليد والطقوس، بل زادها على زيادة)*. فكانت المجادلات العلمية والتسابق إلى حل المسائل المطروحة تحدث علنا أمام الملأ، وتدفع الجوائز للفائزين.

ولقد أدى توسع الأعمال التجارية وحركة الإنتاج وتضخم رؤوس الأموال إلى الشعور بالحاجة لنظام حسابي يسهل التعامل به، فأعاد سيمون ستيفن (1548 – 1620) اكتشاف الكسور العشرية، وربما أخذها عن حمشيد الكاشي، أو ربما الإقليدسي الدمشقي الذي سبقه إلى اكتشافها بأكثر من خمسة قرون، والذي لم يستطع (أو لم يحاول) أن يقنع التجار باستعمالها، لأنهم لم يعبروا عن حاجتهم إليها. فظلت خبيئة إلى أن دعت الحاجة إليها، وشاعت بين الناس على أنها من ابتكار ستيفن هذا.

نخلص مما تقدم إلى أن إدعاء ماكس فيبر في كتابه « الأخلاق البروتستانتية وروح الرأسمالية » بأن للبنية الذهنية التي يرسخها الدين أثر في تطور العقلية

---

* لقد تميزت بدايات عصر النهضة في أوروبة بظهور رجال (وبعضهم من رجال الدين مثل روجر بيكون الفرنسيسكاني وحتى كوبرنيك نفسه، كان من رجال الكنيسة) أكثر توقا للمعارف الدنيوية، وعدم الاقتصار على الشؤون الدينية.

الاقتصادية، هو إدعاء لايصدق على واقع الحال، لأن تحول الأوضاع الاقتصادية في أوروبة هو الذي أدى إلى هذا التحول الاجتماعي وإلى انبعاث روح العلم وإلى قيام حركات الإصلاح الديني ثم الاجتماعي الذي تم بين القرنين الثامن عشر والتاسع عشر. وبخاصة حين نلاحظ أن أبطال النهضة العلمية التي انبثقت بعدئذ من هذا التحول الفكري الذي رافق التطور الاقتصادي، وهم كوبرنيك وكبلر وغاليليه وديكارت وباسكال وتورشلي، لم يكونوا بروتستانتا.

والطريف في الأمر أن بعض المفكرين الغربيين يرون أن الديانة المسيحية كانت وراء هذه التحولات وهذا التفتح العلمي في عصر النهضة[11]. ويذهب بازاراب نيكولسكو إلى أن فكرة التثليث كانت هي الباعث على الفكر التجريدي. ومن الجائز أن يخص الكاثوليكي مذهبه أيضا بهذه الفضيلة، وربما الأرثوذكسي. ولاريب في أن المسلمين يرون أن دينهم كان الباعث الأول على الحضارة العربية الإسلامية، وانه كان وراء التأمل والبحث وانتشار العلم في عصر الحضارة الإسلامية.

ولما لم يكن كتاب فيبر متوفرا لدينا، لذلك نقتبس فيما يلي نصا من مقالة نشرها جميل قاسم في جريدة السفير، مع بعض التصرف والاختصار. ((يرى ماكس فيبر أن الأسس المكونة لعقلية ميتافيزيائية قد تؤدي إلى انبثاق بنية تقنية في مجال القانون والإدارة والمبادرة والإبداع تتصف كلها بالوضعية. فالكاثوليكي الجبري الذي يتميز بعقلية جبرية هو أكثر انفصالا واغترابا عن العالم البروتستانتي القدري الذي يرى دينه في دهره ودهره في دينه. وفيما يميل الأول إلى الزهد والتوكل، يميل الثاني إلى المغامرة وحب المعرفة والاكتشاف. وفيما يرفض الكاثوليكي المادية لأنها من « مثالب » تزمين الحياة، يسعى البروتستانتي إلى الكسب المادي ويقبل على الدنيا إقباله على الدين))[12] . (والحقيقة لم تكن مغامرة

البروتستانت واندفاعهم إلى الهجرة نحو العالم الجديد حبا بالمغامرة فحسب، وإنما هي هروب من الاضطهاد الديني. و لم يكن كريستوف كولومبس بروتستانتيا حين اندفع نحو طريق مجهول إلى آسية. بل لم تكن البروتستانتية قد وجدت أصلا حين اندفع فاسكوديغاما إلى الهند عن طريق رأس الرجاء الصالح. وقد سبق الاستعمار الاسباني والبرتغالي الاستعمار البريطاني، بل إن الفرنسي أيضا كان دائما سباقا ثم يلحق به الإنجليز).

أليس عجيبا أن يقال هذا في الوقت الذي نشاهد فيه علماء من أمثال غاليليه وديكارت وفيرما... وغيرهم. قد أصبحوا رواد النهضة العلمية الحديثة وهم كاثوليك. ولكن يبدو أن التعصب الديني يظل متأصلا في النفوس حتى لو كان صاحبه غير مؤمن أو غير متدين. وهذه مفارقة فعلا قد تحتاج إلى رجل مثل عالم النفس يونغ ليحلها. بل إن هناك كثيرا من الدلائل التي تؤكد أن الدين (على الأقل في أوروبة) لم يكن هو العامل الحاسم في انبثاق النهضة العلمية.

والحقيقة أن هناك عوامل أبعد أثرا هي التي كانت وراء كل هذه التبدلات. وقد عملنا وسنعمل على توضيحها قدر المستطاع. لأن فيها سر هذا التبدل الذي طرأ على الغرب. ولكن هاف يسير على خطى فيبر، ويرى أن كل مذهب يتميز بسلوكية أخلاقية تنطوي عليها العقيدة الدينية، وهذا صحيح. غير أن الدين هو الذي كيف لكي يصبح كذلك، وهذه نقطة مهمة أتمنى لو يعيد القارئ قراءتها أكثر من مرة. فالاندفاع إلى العمل وتقديس الحياة وإدراك قيمة الزمن هي أخلاق وسلوكيات تطلبتها متغيرات معينة حدثت في أوروبة و لم يأت بها المذهب البروتستانتي ولاحق الدين المسيحي. ويبدو أن هاف نسي أن للبيئة والوضع الاجتماعي- الاقتصادي دورهما الكبير، بل الدور الأكبر. ولكن هاف يغفل ذلك تماما، فهو يرى أن « مصادر العقل والعقلانية في أي حضارة إنما تلتمس في الدين

والفلسفة والقانون ». وهذا صحيح بالنسبة لمن يريد أن يتعرف على السمات العقلية لحضارة معينة، ولكن يجب أيضاً البحث عن الأسباب الكامنة وراء هذه العقلية التي أفرزت هذه النظم أو الأنساق. أما إذا كانت كل هذه النظم منزلة فعندئذٍ تصبح كل الديانات صحيحة على الرغم من كل التناقضات الموجودة بينها. ويبدو أن هاف يعتقد بذلك، لأنه يقول " ما أن تتكون لدى المرء الأهداف السليمة للحياة الدينية حتى يشرع في أن يُكوِّن لديه مزاجاً نافذاً، ودوافع لتشكيل تصورات عن نظام عام من الوجود، عليها كل سمات الحقيقة الواقعية. وهذه الصور الدينية في العالم الغربي خلقت إيماناً بالعقل والعالم العقلاني للعالم الطبيعي »[13]. أليس في هذا القول مفارقة. فهو يبدأ بالقول " ما أن تتكون لدى المرء (أو ما أن يتخيل المرء) الأهداف السليمة للحياة الدينية... ". أليس في هذا القول مايدل على أن هذا الإنسان قد بدأ عقله يتفتح إلى أشياء لم يكن يراها لولا وجود دوافع مادية على الأرجح، هي التي دفعته دفعاً لأن يغير نظرته. فأصبح لطرد الشياطين هدف سليم غير ذاك الذي كان له في السابق!؟.

شروط انبعاث الحركة العلمية:

نخلص مما سبق أنه لكي يثابر العلم على تقدمه وازدهاره، لابد من توفر شروط معينة نستطيع أن نصنفها في حلقة متكاملة بحيث يترابط أحدها بالآخر.

1 - لايمكن أن يبذل الإنسان نشاطاً لايلبي حاجة معينة، وإلا لكان لهواً وعبثاً يبذل بدافع الفضول لا أكثر. وهذا يصح على العلم مثلما يصح على غيره. ففي تراثنا كثير من المكتشفات ضاعت في عالم النسيان لأنها لم تجد من هو بحاجة إليها، كالأعداد العشرية مثلاً التي لم يستعن بها أحد. وكذلك حال اكتشاف شرف الدين الطوسي في حل المعادلة من الدرجة الثالثة حلاً عددياً، فقد طُوي

لمدى سنين طويلة لم يفطن إليه أحد، وحتى لربما ابن بلده نصير الدين. وهذا أيضاً حال مفهومي السرعة والتسارع اللذين توصل إليهما البيروني، ولم يطورهما أو يستعن بهما أحد من المسلمين الذين أتوا بعده. وحتى اكتشاف ابن النفيس للدورة الدموية ضاع في عالم النسيان لأنه لم يلب حاجة معينة فيما يبدو، على الرغم من أنه كان من الممكن أن يفيد كثيراً – على الأقل في سلامة تنفس الهواء النقي للجسم، وفي الابتعاد عن الرطوبة وغيرها من الأمور الاستطبابية لجهاز التنفس.

2 – لا يمكن أن ينتعش العلم إلا في حياة حضرية مستقرة تترك للإنسان فرصة للتأمل والبحث حين يشعر بالحاجة إلى تحسين وضعه أو إرضاء نزعته إلى حب الاطلاع ودوافعه للإبداع.

لذلك لايمكن أن نطلب من بدو رحل لم تستقر لهم الحياة أن يكون لديهم علم بالمعنى الذي نفهمه نحن الآن. وهكذا كان حال أهل الجزيرة حتى من كان منهم يسكن المدن. فقد كانت الروح القبلية لاتزال ساكنة فيه، بل ربما لم يستطع أن يتخلص منها نهائياً على رغم دعوة الإسلام إلى التخلص من العصبية الجاهلية. ولانستطيع القول إلا أنها خفّت ولم تعد بتلك الحمية التي كانت عليها في حال البداوة. ولكن العقلية الوضعية التي نشأت عليها ظلت مسيطرة على الفكر العربي الإسلامي لزمن طويل، ولم يستطع الخلاص منها. هذا عدا أن حضارات الشرق عامة تتصف بهذه الصفة. وعلى الرغم من تعرف المسلمين على الفلسفات اليونانية كلها، فقد ظلت الغلبة لأرسطو، وإن كان بعضهم كالنظّام والنبهاني قد اهتما بديمو قريطس وزينون وبارميندس. وقد بحثا في جدلية الحركة والجزء الذي لا يتجزأ أي النظرية الذرية. ولكن لم يطرأ على الحياة الاقتصادية الاجتماعية تبدل يؤدي إلى خلق حاجات تغير نظرتهم الفلسفية جذرياً، بل ظلت الزراعة وتجارة المبادلة هي السائدة.

3 – لايمكن استقرار هذه الحياة الحضرية ما لم تكن موارد عيشها متوافرة وثابتة وما لم تدعم استمرار هذا الاستقرار تنظيمات وهياكل ومؤسسات تستمد قيمتها من الضرورات التي أملتها، ومن وعي الجماعة لهذه الضرورات. وهذا الاستقرار لابد منه لنمو العلم وتقدمه.

لابد أن نلاحظ أولا أن النظم والمؤسسات والشرائع التي تضمن هذا الاستقرار، والتي تبنى على أساس من التنظيم العقلاني الذي يراعي متطلبات مجتمع يراد له أن يكون متماسكا متكاملا، ويراعي حقوق الأفراد وواقع المحيط أو البيئة التي يحيي فيها، هذا المجتمع، وهذه النظم والمؤسسات... إلخ، لن تنال التقدير والاحترام إلا إذا كانت نتاجا طبيعيا لثقافة هذا المجتمع وملبية لقيمه التي هي نتاج هذه الحاجات وهذه البيئة.

أو بمعنى آخر، إن الاعتقاد بسلامة هذه النظم والمؤسسات والشرائع وبقيمتها ومكانتها وإلزاميتها قبل كل شيء، ليس مستمدا منها هي ذاتها فحسب، بل من الثقافة التي أنتجتها. لذلك لن تنال المكانة التي تستحقها في مجتمع لم يبلغ بعد مستوي هذه الثقافة، و لم يجد فيها ملبيا لاحتياجاته.

ولابد أن يكون للعلم أيضا نظمه ومؤسساته وهياكله التي تضمن استمراره وتناقله بين الأجيال، وإلا ظل العلم خبيئا في الصدور أو بين طيات الكتب. فالتنظيم يجب أن يشمل كافة مرافق الدولة، وليس مؤسساتها السياسية فحسب. وهكذا كان تأخر وجود مؤسسات تعليمية تدرس فيها آخر المستجدات وتناقش، وبحيث تصبح مكانا لاحتكاك الأفكار، هو أحد الأسباب في انحدار العلم واضمحلاله في مشرقنا الإسلامي.

ومن الطبيعي أن تستمد الحقائق العلمية قيمتها من الحاجة التي تلبيها. فما لم تكن الدقة غاية في ذاتها لتحسين الأداء، أو دقة التنبؤ، ولها مكانة سامية، لما كان

للقانون العلمي الرياضي هذه القيمة التي نوليها له الآن. أما في المجتمع الذي يعيش على الفطرة، فلن يكون لذلك القانون أهمية تذكر. والقانون العلمي يستمد قيمته من الحاجة كما يستمدها من مستوى الثقافة التي تسعى إليه. ففي المجتمعات التي بلغت درجة عالية من الثقافة، لايعد العلم علما إلا إذا اتسمت قوانينه بالشمولية والدقة، حتى لو أدى الأمر إلى إقامة الاعتبار لأجزاء المكرون أو الأنغستروم. وهذا ما نلاحظه الآن في أبحاث الفيزياء والكيمياء والبيولوجية. وقد رأينا أثر التطور الصناعي في تطور هذه الثقافة.

4 – ثم إن العلم هو حصيلة جهود علماء تجمع بينهم صفات مشتركة وعقليات متقاربة في تكويناتها الأساسية، أو على الأقل هكذا يفترض. فلابد أولا لهذه الفئة من الناس من أن تهيأ لها الظروف لكي تكون مجتمعا علميا، كالمعاهد والجامعات وغيرها.

ثم إن هؤلاء العلماء غير منعزلين عن الظرف الزماني والمكاني لوسطهم الحضاري، وهم ممثلون لثقافة عصرهم ومجتمعهم، وساعون إلى تلبية متطلباته. فإذا ابتعدوا عن هذه المتطلبات، ضاعت جهودهم عبثا، ولم تلق من يصغ إليها. وهم في الوقت نفسه رواد في هذا المجتمع، فعلى عاتقهم مسؤوليات تفرض عليهم أخلاقا معينة وضميرا علميا ملتزما. كما لهم على مجتمعهم حق توفير حرية العمل وظروفه من منشآت ومخابر وغيرها ومكافآت، وحق الدعم والتشجيع.

وعلى الرغم من أن معظم ما وصلنا من الكتب يبدي اهتماما بالعلم والعلماء وأهل الفكر عامة، ويرفع من مقامهم، إلا أن هناك حوادث كثيرة سجل فيها ضغط على العلماء، وبخاصة على الفلاسفة والمفكرين. فأول من أقفل فمهم جماعة المعتزلة، فقد تشتتوا ولم يتطور هذا المذهب أبدا. وسنورد فيما بعد قصة نقلناها عن القطفي في كتابه « أخبار العلماء بأخبار الحكماء ». كما يروى عن

الحسن بن الهيثم أنه حين وجد أن مشروعه لبناء سد على النيل فوق طاقته، انزوى وتنكر وفتح دكانا بالقرب من الأزهر عمل فيها وراقا ينسخ الكتب لمن يريد شراءها. و لم يدون نتائج أبحاثه في الضوء إلا في سن متقدمة، وربما لم يتح له أبدا أن يذيعها على الناس، فظلت طي كتابه وإن عُرف عنه طول باعه في هذا العلم، وكل ذلك خوفا من بطش الحاكم بأمر الله الفاطمي. (ولكن لم نسمع أن عالما كوفئ بمثل ما كان يكافأ الشعر على إنتاج معين وإن كان بعضهم قد حظي بالرعاية من الخلفاء والأمراء والسلاطين).

على أن اهتمام الخلفاء والسلاطين بالعلماء بوجه عام كان كبيرا وبخاصة الأطباء المرموقين منهم. ولكن العامة على مايبدو لم يكونوا دائما على سوية ثقافة علمائهم، فكانوا يتخوفون كل شيء لايفهمونه، وربما اتهموا بعض العلماء بالكفر والسحر والزندقة، وغالبا لمآرب شخصية.

على أننا نعيد القول، بأنه لم تكن هناك مؤسسات علمية يكلف القائمون عليها بنشر العلم (ونقصد العلم البحت)*. كما حدث في أوروبة منذ القرن الثالث أو الرابع عشر. وكان هذا نقصا لم يتح للعلم فرصة التطور حتى يثبت نفعه.

5 – لاشك أن ثقافة أي شعب وتطلعاته تنبعث من ظروف اجتماعية – اقتصادية، وتدفع إليها في الوقت نفسه، رغبة بمزيد من الاستقرار والازدهار واكتمال الوعي. فحين انتبه ساكن الصحراء إلى تردي وضع أمته بالنسبة لما يجاورها، بحث عن طريق إلى الخلاص فوجد ملاذا له في دين أعطاه الأمل بحياة أفضل بمجتمع أكثر تماسكا وصلاحا.

* لقد أنشئت مدارس وجامعات في العالم الإسلامي وفي أماكن متعددة كما ذكرنا منذ القرن العاشر الميلادي، ولكن العلوم البحتة لم تكن تحظى باهتمام كبير، و لم تدرس فيها آخر تطورات العلم التي كانت تظل خبيئة في طيات الكتب، وقل من يهتم بها اهتماما جديا.

كانت الأوضاع الاجتماعية - الاقتصادية في وادي النيل (مثلا) قائمة كما نعلم على النحو الذي يفرضه واقعها،أي قائمة على الحياة الفلاحية والحرفية. وهذا ما وفر لها حياة شبه مستقرة ومكتفية ذاتيا، فانصرف كهانها والمفكرون فيها إلى التأمل، فكان لابد أن تقوم عقيدتهم كفلاحتهم على مصدر حياتهم: الشمس والنيل والقمر، والماشية وعلى عودة الحياة كما في المواسم الزراعية. وربما أسقط ذلك على ملوكهم الذين كانوا يوصفون بأنهم أبناء الشمس، وكان لابد إذن أن يمروا بمراحل الموت والبعث من جديد. ولذلك كانت تجمع أجسامهم وأعضاؤهم وتحنط لأنها ستمنح الخلود. وهذا ما أتاح لهم عن طريق الملاحظة والتجربة والخطأ إلى تعلم الكثير من خواص المواد وطباع الحيوانات وتشريحها وتشريح جسم الإنسان، وبعض طرق العلاج. ولاشك أن هذه الصروح الضخمة التي بنوها والتي تشهد على تقدم حضارتهم، كانت قد بنيت كلها بدافع من هذه العقيدة التي تدور حول الحياة والموت والبعث والخلود. أي على نمط مورد رزقهم الزراعي.

ويجدر بنا أن نشير هنا إلى أن الحضارة المصرية في بدايتها، أي قبل الألف الثالثة قبل الميلاد، كانت قد تأثرت بالثقافة السومرية*، وهذا ماتدل عليه آثارهم العائدة إلى هذا التاريخ، ولكننا لاندري إلى أي مدى بلغ هذا التأثر. وربما كان هاجس الخلود أحد المواضيع التي أخذت عن السومريين والتي كانت محورا مهما لتفكيرهم. على أن هذا إن دل على شيء فإنما يدل على أن المصريين ظلوا مرتبطين طيلة عهودهم بالثقافة الشرقية، فهي لذلك كغيرها من الثقافات الشرقية تقوم على أن حياة الإنسان وفكره مرهونان بالآلهة. فلم ينشا فكر فلسفي يعبر عن إيمان

---

* قد يرى البعض في ذلك مبالغة أو خروجا عن المألوف من أن الحضارة المصرية هي أقدم الحضارات، ولكن معرض الفن المصري قبل الألف الثالثة في باريس عام 1985 بين أن المصريين تأثروا في بداية أمرهم بالفن السومري.

الإنسان بعقله وبقدراته. وظل الطابع العام لمعلوماتهم هو الطابع الوضعي الذي اغتنى بتجربة طويلة ووفيرة جدا في شتى المجالات: الزراعة، الحرف، البناء. ولكننا لانشاهد عندهم نظرية واحدة على رغم أنهم صنعوا مايبدو لنا أشبه بالمعجزات كالتحنيط وبناء الأهرامات. في حين أن اليونانيين لم يبلغوا هذا المبلغ، ولكن لديهم نظريات.

كان المصري يعتقد أن آلهته هم الذين علموا البشرية كلها صنعة الزراعة والتعدين وصنع الخمور وكل الخبرات التي بنيت عليها مدنيتهم[14] .

وقد حدد الموقع الجغرافي الذي اختاره الكنعانيون كذلك، حياتهم الاجتماعية-الاقتصادية. فهي تقوم على الزراعة وبعض الحرف وتجارة العبور والنقل والمبادلة. فأوغاريت كانت معبراً للبضائع بين الشرق والغرب، يقوم بذلك الأوغارتيون أنفسهم، او تجار قدموا من المشرق. فكانت دويلات الداخل تسجل باسمها سفنا ترسو في مرفأ أوغاريت[15]. وقد عثر على ألواح كتبت بما يزيد عن خمس لغات. كما أسس كنعانيو الساحل اللبناني (الفينيقيون) محطات على الساحل الشمالي لإفريقية (ماعدا مصر، إذ يبدو أن مرافئها كانت معدة لاستقبال السفن الفينيقية). فطنجة ومدينة الجزائر وقرطاجة كلها مدن بناها الفينيقيون، أو أسسوها لتكون محطات لتجارتهم. وهكذا أبدعت هذه الحضارة كل مايلزم للتجارة: الكتابة بالأحرف بدلا عن الصور والمقاطع، مما سهل الكتابة، وكذلك الأرقام والنظام العشري، وطريقة تنظيم العقود. لكنهم ظلوا وضعيين في طريقة تفكيرهم، وجمعوا كثيرا من الخبرات في مجالات متعددة (صناعية وزراعية...)، ولم يبنوا فلسفات أبدا على الطريقة اليونانية. وما نفع هذه الفلسفات، فهم تجار بالدرجة الأولى. فحتى فنهم يصطبغ بصبغة تجارية كما هو الحال عند التدمريين. وقد كانت تجارتهم تمدهم بأغلى تحف في العالم الذي عرفوه.

فعندما استولى الرومان على قرطاجة ودمروها، وجدوا في قصورها تحفا نادرة وغالية الثمن ومستوردة من أماكن بعيدة، ومثل هذا التاجر يندر أن يفكر بصنع تحفة مادامت تجارته توفر له ماهو أجمل منها وأفخم[16]. (ولاتزال الفخامة مطلوبة جدا في مشرقنا السوري واللبناني بالدرجة الأولى).

وقد ذكرنا أيضا أن سير البحث العلمي الجاد وإشراق العلم الحديث بمفاهيمه الجديدة ساير نشأة الرأسمالية، فسارا معا في تطور وتفاعل مستمر. فالبحث العلمي أصبح مطلوبا لكي يقدم للرأسمالية وسائل تطورها ونموهها، كما غذت الرأسمالية في الوقت نفسه مؤسسات البحث العلمي وشجعته. وحين نقول رأس المال لانقصد بذلك رأس المال المستثمر في التجارة، فهذا النمط من الاستثمار هو الذي عرفناه في شرقنا والذي ظل مرافقا للفكر الوضعي، بل نقصد رأس المال الذي استثمر في الصناعة، وكان هذا حدثا فريدا لم يسبق له مثيل، إذ لم يسبق، أو لم يصل إلى أسماعنا أن رجلا استطاع أن يحتكر عمل جماعة من الحرفيين أو العملل لصالحه في تاريخنا المديد. فهذا النوع من الاستثمار الذي أطلق عليه نمط الرأسماليةء جديد، بدأت بوادره من القرن الرابع عشر كما ذكرنا، وظل يتطور إلى أن بلغ الآن مانعرفه. فأكبر بلد رأسمالي اليوم هو الولايات المتحدة الأميركية، وهي تستقطب معظم مفكري العالم المبدعين لزيادة أرباحها، بل اخترعت فكرة الأسواق المفتوحة والعولمة. وإذا نظرنا إلى جوائز نوبل نجد أميركا في المقدمة،وبينها وبين من يليها في المرتبة بون شاسع. وكلنا نعرف أن الاستعمار والاستغلال الحقيقي قد نشأ مع تطور الرأسمالية. كما سبق أن بينا كيف رافق هذا التحول تطور في التركيب الاجتماعي للغرب وكيف نشأت مفاهيم علمية جديدة أيضا، بل نشأت أيضا مفاهيم اجتماعية جديدة أيضا، كحقوق الإنسان، والديموقراطية بمعانيها المختلفة والاستعمار الذي هو شكل جديد من الاستغلال يختلف عن الاحتلال الذي عرف

في العصور القديمة الرومانية أو اليونانية أو العربية.

وأهم من هذا كله في نظرنا هو أن العلم النظري المجرد بدأ يلقى تطبيقـــات عملية. مما شجع مؤسسات الدولة والمؤسسات الخاصة على تخصيص بعض المـــال للدراسات النظرية أيضا، فعلى الرغم من بصيرة ابن الهيثم ووعيه العلمي، لم يستفد من خواص العدسات المقربة، في حين أن دراسة هذه العدسات بشيء من الإمعـــان جعلت بعض المستثمرين يستغلون أموالـــهم في صناعة المناظير والنظارات منذ عام 1350 [17]. وبخاصة بعد أن صنع غاليليه مقرابه الذي اكتشف به أقمار المشـــتري، وبعد دراسات ديكارت لمجموعات العدسات، مما أتاح التنويع في هذه الصناعـــة. ونضيف إلى ذلك أيضا اكتشاف غاليليه لخاصة النواس التي أوحت بطرق جديـــدة لصناعة الساعات وقياس الوقت. وسنرى في الفصل السادس أمثلة تبين كيف أدت الدراسة النظرية في أوروبة إلى نتائج أثارت فضول المجتمع الأوروبي كله.

فمن هذا المنظور يمكن أن نجد سببا على الأقل لعدم نشوء العلم الحديـــث في حضارة الإسلام. لأن هذا المجتمع ظل قائما على الزراعة وتجارة المبادلة. وظلت فيه الصناعة حرفا محدودة لم تأخذ شكل تجمعات ومؤسسات تنتج بالجملة. و لم تتطور بالتالي تقنيات ضخمة يرافقها تطور مفاهيم قابلة للقياس. و لم يشـــعر المفكـــرون العرب المسلمون بأنهم مطالبون ببحث علمي جاد إلا لشـــؤون دينـــهم. وهـــذه الشؤون تكفيها ما وجده العلماء المسلمون من طرق لتعيين اتجاه القبلـــة ورصـــد للنجوم ووضع جداول للنسب المثلثية ... إلـــخ. وحين كان يتوصل أحدهـــم إلى اكتشاف علمي هام، فقد لايدرك مدى أهمية اكتشافه وتطبيقاته. لذلك لم يكـــن يلقى الأرض الصالحة لنموه وتطوره. بل ربما لم يدر به أحد غير واضعه، وقد رأينـــا أمثلة على ذلك في عمل الكاشي والطوسي وابن الهيثم وحتى ابن النفيس.

وهكذا نستطيع أن نلخص ماسبق حول الشروط الواجب توفرها لقيـــام

حركة علمية ناشطة بما يلي:

1 – توافر الدافع إلى النشاط العلمي.

2 – توافر حياة مدنية ثابتة ذات وطن محدد له مؤسساته وهياكله.

3 – توافر تنظيمات وهياكل تستمد قيمتها من الضرورات التي أملتها ومن وعي الجماهير لهذه الضرورات.

4 – تهيئة الظروف لتكوين مجتمع علمي يمثل ثقافة العصر ويعبر عن حاجاته وتطلعاته.

5 – تطور حاجات تدفع إلى سيرورة تقدم اجتماعي – تكنولوجي – علمي. وقد اتخذ هذا الوضع الاجتماعي في الغرب شكل تطور ديموقراطية رأسمالية.

وقد ذكرنا أن هذه الشروط غير منفصلة، بل كل منها مرتبط بالآخر، حتى لتبدو في النهاية وكأنها شرط واحد.

وهنا لابد من التنويه إلى أن هذه الشروط في نظرنا لازمة، ولكنها غير كافية، إذ إن هناك مجالات نشاط أخرى. وهذا ماسنبينه في النهاية. أي بعد أن ننظر هل توافرت هذه الشروط في حضارتنا الإسلامية. ولكن لابد من التذكير بالتبدلات التي حدثت في أوروبا وهيأت لمثل هذه الشروط.

تبدلات في أوروبا لامثيل لها في شرقنا:

لقد بدأت هذه التبدلات في الوقت الذي بدأت فيه مدن شمال إيطالية ومدنها الساحلية تنتعش اقتصاديا. وقل مثل ذلك بعدئذ في معظم أوروبة من إيطالية جنوبا حتى هولانده شمالا. فقد انتعشت في هذه المنطقة من العالم حركة إنتاج قوية غذتها التجارة مع الشرق وبخاصة بعد اكتشاف رأس الرجاء الصالح. وقد رافق ذلك

صراع بين الحكام والبورجوازية الصاعدة من جهة، والبابا من جهة ثانية، لأن البابوات كانوا يسعون إلى الكسب المادي ومن لايذعن لمطالبهم يهدد بالحرمان[18].

ويرى بعض المفكرين الغربيين أن الحركة الفكرية الصاعدة التي رافقت هذا التطور هي مصدر الخصوصية الخاصة بالمذهب العقلي في صورته الغربية الحديثة. والحقيقة أن « عقلانية الغرب الحديث » هي ذات الأسلوب العلمي الذي بينا أسباب تطوره، والذي راح يتخلى شيئاً فشيئاً عن كثير من المعتقدات البالية للكنيسة وأخضع كل شيء حتى العادات والاخلاق الشائعة للشك، وجعلها موضعاً للنقاش.

إن للعامل الاقتصادي، في نظر الكثيرين، الدور الأهم. فمؤلف كتاب « فجر العلم الحديث،... » توبي أ.هاف، يورد عن جوزيف نيد هام قوله: " على كل من يريد أن يفسر إخفاق المجتمع الصيني في أن يتطور إلى العلم الحديث أن يبدأ بتفسير إخفاق المجتمع الصيني في تطوير المعاملات التجارية والرأسمالية الصناعية "[19] وهذا القول ينطبق على كل مجتمع يقوم اقتصاده على حركة "الترانزيت"، أو على مجتمع زراعي شبه مغلق، كما كان الحال في حضارة وادي النيل*[20] الذي أقام حضارةً عظيمةً على معارف مجزأة وعقائد دينية.

و لم يكن الوضع في الغرب في العصور الوسطى أحسن حالاً، بل على العكس كان أسوأ، وكان لأرسطو قدسيته « وظل مسيطراً على الميدان الفلسفي حتى عصر النهضة ». فالفكر الغربي نفسه كانت تغلب عليه الصفة الوضعية في العصور الوسطى. (على الرغم من انتشار الدين المسيحي والتمسك به) فليس الفكر الديني هو الذي حدد بنية العقل، بل كان معبّراً عن هذه البنية.

---

* يبدو أن موارد الطبيعة كانت توضع بين أيدي الكهان الذين يقدمون لفرعون وحاشيته نصيبهم ويأخذون هم نصيبهم، ويوزع الباقي على أبناء الشعب المنتجين إذ لم يكن لديهم نقد يتداولونه.

ولكن بوادر التغيير في الغرب بدأت مع بداية توسعه التجاري مع الشرق واتصاله بالشرق المسلم، الأمر الذي رافقه توسع صناعي وظهور طلائع الطبقة البورجوازية الرأسمالية. وهنا يتحدث توبي أ.هاف نفسه عن الأثر الذي تركه اتصال الغربيين بالثقافة العربية الإسلامية وعثورهم على التراث اليوناني [وإن كان الغربيون في اعتقادنا لم يكونوا يجهلون هذا التراث، ولكنهم لم يكونوا يهتمون به، ثم تغير الوضع بعد اتصالهم بالمشرق العربي الإسلامي]. يقول هاف « لقد أثر هذا التفجر الجديد للطاقة والابتكار في كل مجالات النشاط الفكري، وكان ذلك واضحاً في القانون والفلسفة واللاهوت والبحث العلمي. ويتضح ذلك في إقامة الكليات والجامعات وإنشاء المدن. وقد صاحب ذلك تطور اقتصادي هائل أخذ يعزز مايحوم في الجو من فكر وخيال »*[21]. وهكذا أصبحنا نشاهد رجلاً مثل بيتر أبلار (1079 – 1142) الذي طرح الواقعية ومبدأ الشك قبل ديكارت، واهتم بأفلاطون وحاول إعادة إحيائه، بعدما نسي تقريباً طيلة العصور الوسطى التي كان أرسطو مهيمناً عليها في الشرق والغرب على السواء. أما روجر بيكون الذي سبق الحديث عنه (1220 – 1292) فقد أكد أهمية الدراسة التجريبية. فكان واحداً من سلسلة الباحثين الفرنسيسكانيين الذين أدى تأثيرهم إلى بدء انهيار أساليب التفكير السائد في العصور الوسطى. ولنستمع هنا إلى رأي برتراند رسل المخالف لرأي هاف وماكس فيبر في مسألة الأصل الديني للعقلانية الغربية « ومنذ ذلك الحين [أي منذ اتصال الغربيين بالحضارة العربية الإسلامية وما رافق ذلك من تبدلات اجتماعية – اقتصادية]، أصبح الفصل القاطع للبحث العقلي عن ميدان الإيمان يقتضي أن يكف العلم والفلسفة عن الدخول في صراع مع عقائد الإيمان. ولكن

* على أن ما أحدث هذا التفجر ليس الاطلاع وحده على ثقافة المسلمين، بل السعي الى المتاجرة وإبقاء الصلات معهم، فتفتحت نفوس الكثيرين للخلاص من نظام الإقطاع الجائر وعبوديته.

كان ينبغي على الإيمان بدوره ألا يدعي أنه يعلن عقائد لاتناقش في الميادين التي يستطيع فيها العلم والفلسفة أن يستقلا بذاهما »[22]. وهكذا أمكن فيما بعد لغاليليه أن يناقض إدعاء الكنيسة لمركزية الأرض، ولكن لايحق له أن ينكر على الكنيسة إيمانها بالله. [ولكن الكنيسة للأسف لم تكن قد تقبلت بعد هذا الميثاق الجديد].

فمع تطور الأوضاع الاقتصادية في الغرب، بدأت بوادر فكرة التغيير التي أدت، لا إلى زعزعة الأفكار والأوهام القديمة فحسب، بل أدت أيضا إلى تطور التقنية والعلم، وحتى إلى تطوير الدين لكي يتلاءم مع هذا الوضع الجديد. فلم تقتصر حركة الإصلاح الديني على الحركة البروتستانتية، بل بدأت الكاثوليكية نفسها تغير من مواضعها وتتراجع عن أمور كثيرة كانت تتشبث بها. وقد تلى ذلك، وبعد صراع مرير، تبدل في تنظيم هياكل الدولة وإلى مايعرف اليوم بالمجالس الوطنية أو مجالس الشعب. على أن مثل هذه المجالس كانت موجودة في القديم على شكل مجلس الشيوخ (الذين يطلق على الواحد منهم اسم "سيناتور"). وهذا المجلس كان مؤلفا من الأعيان وذوي النفوذ ولهم سلطة في الامبراطورية الرومانية، ثم في الامبراطورية الرومانية المقدسة، وكان لها مثيل في إنجلترة وفي فرنسة منذ زمن بعيد، ولكن سلطة هذه المجالس كانت ضعيفة وشكلية، أو حتى شبه مهملة أو مهملة تماما أحيانا.

هنا نتساءل هل أدى التغيير الذي أحدثه الإسلام إلى تنظيم هياكل الدولة؟ هذا ماسنبحثه في الفقرة التالية...

الأوضاع التنظيمية في الامبراطورية الإسلامية:

كان الدين كما نعلم هو الإرادة العلية في تفتح الإنسان العربي المسلم

والمسلمين عامة على نظام اجتماعي جديد متطلع إلى المعرفة، محب للخير، ساعٍ إلى التطوير، والتحول من الجاهلية القبلية وعصبيتها إلى نمط سلوك مغاير ينظم أمور الناس وعلاقات بعضهم ببعض. وهذا ماكان يجب أن يحدث على مراحل متتالية. ولكن هذا الإنسان للأسف لم يستطع في النهاية أن يشيد نظاماً سياسياً وتشريعياً يكفل استقرار الدولة وبقاء أركانها كلها ثابتة قائمة على أسس ومبادئ تستوحي الشريعة الدينية وتعين كل تفاصيل جهاز الحكم، وتصنع لوائح يمكن العمل بموجبها باستمرار. لأن الإسلام أعطى مبادئ عامة للسلوك والأخلاق، فهو إذن أعطى كل مايطلب منه، أما تنظيم أمور الدولة بموجب هذه الشرائع العامة، فهو واجب المسلمين. وهذا ماترك للمقادير والمصادفات، فإذا أتى التنظيم كان به، وإلا فهم لايسعون إليه، إلا إذا ألحت الحاجة كثيراً. ففي بداية العصر الإسلامي كما ذكرنا كان يجب انتظار خليفة مثل عثمان بن عفان لكي توضع قيود لبيت المال، كما نظمت الدواوين بعد فترة من بداية العصر الأموي و لم تكن تدون باللغة العربية. وكان الخليفة حاكماً مطلقاً يأمر بقتل من يشاء أو على الأقل يسجنه على الرغم من وجود قاض. ولكن لم يكن هناك مجلس قضاء، ومراجع قضائية متسلسلة، أما مبدأ الشورى فلم يفكر أي خليفة بوضع نظام يكفله ولذلك لم يطبق.

صحيح أن العالم الإسلامي استمر حتى الآن، وعلى امتداد واسع، ولكن مركزيته لم تدم طويلاً و لم تتجاوز الـ150 عاماً بكثير، وسرعان ماحكم مصر وسورية ولبنان والأردن الطولونيون ثم الإخشيديون ثم الفاطميون..إلخ. وكانت الولايات المغربية قد سبقتهم بالانفصال، وإن ظل الجميع مرتبطين اسمياً بالخلافة حتى سقوط بغداد بيد المغول، ولكنهم جميعاً كانوا يغتصبون الإمارة أو الخلافة بحسب مقدرتهم وقوة اتباعهم. وحتى هذا الارتباط الإسمي بالخليفة لم يكن دائماً. والولاة على نمط الخليفة يسيرون، ليس لديهم لوائح بطريقة جمع المال، وإذا ظلم

أحدهم، فقد لايجد من يراجعه، ولاتوجد لوائح لطرق صرف المال. فكثيرا ماكان يمنح الخليفة مال المسلمين لشاعر امتدحه أو لأعرابي أحبه.

وهكذا نرى أن مشرقنا العربي الإسلامي لم يعرف تنظيما ديموقراطيا في إدارة البلاد. مع العلم أن طريقة التعامل بين الحكام والمواطنين كانت تتم عن عفوية وتلقائية وعدم وجود حواجز. ولكن إدارة بلاد واسعة على النحو الإفرادي المعروف أمر متعذر، بل مستحيل. وعلى رغم ذلك لم يشعر الحكام بضرورة وجود نظام لإدارة دفة الحكم يكفل حق المشاركة والشورى للجميع، أو على الأقل لأصحاب الفعاليات. أو من يمثلون قطاعات واسعة من الشعب. ولذلك لم يسعوا للاستفادة من خبرات الأمم السابقة كاليونانيين والرومان وحتى اليهود الذين كان لديهم مجالس أعيان، أو من يسمون مجالس شيوخ.

و لم نسمع أن أحداً طالب بوضع نظام آخر لاختيار الخليفة، او الوزير أو انتخاب مجلس شورى. وإذا كان قد وجد فقد طمست أفكاره وكبتت.

وهذه الحال من انعدام المؤسسات والنظم نلاحظها في كل مرافق الدولة. فالتعليم يتم تلقائيا في المساجد. أو في مدارس للمبتدئين، وكان المسجد أشبه بجامعة شعبية يحضر المجالس فيها من يشاء ويلقي فيها العلم من يشاء، فلا المعلم مسؤول ولا المتعلم مسؤول. وحين أنشئت مدارس وجامعات (أو مايشبه الجامعات) كان التدريس فيها مقصورا تقريبا على الدراسات الدينية والأدبية واللغوية والفلسفية وقليل جدا من العلوم البحتة. لذلك ظلت هذه العلوم وما تم فيها من كشوف، دفينة في طيات الكتب تنتظر من يسعى إليها، وهؤلاء قلة. وقد أدى عدم وجود قاعدة عريضة من المهتمين بالعلم إلى قلة النسخ المخطوطة من كتبه، فكان هذا سببا في ندرتها ومن ثم بضياعها بسرعة. في حين أن الكتب الدينية واللغوية ظلت على رغم ما مر بها من أحداث متداولة حتى عصرنا الحاضر وهذا لكثرتها.

ثم إن العلوم البحتة نفسها لم توضع في إطار منظم يسهل معه عرضها على المبتدئين وغير العارفين، اللهم إلا ما كان تقليدياً ومتبعاً منذ القديم. وهذا ما جعل كثيراً من الكشوف تعرض في الكتب من دون أدلة تثبت صحتها، أو تهدي إلى حقيقتها. أو على الأرجح لم يدفع الوضع الاجتماعي – الاقتصادي إلى الشعور بالحاجة إليها لعدم ارتباطها بالحياة العملية للناس.

وهذا كله نتيجة عقلية وضعية، ترى الدنيا على ماهي عليه، ولايوجد لها شكل آخر، حتى لكأن العالم وجد على ماهو عليه منذ الأزل وسيظل هكذا إلى الأبد. وقد أفشلت كل محاولات التغيير. فلا نجد ثورة واحدة في أي مجال قد نجحت، أو أدت على الأقل إلى التفكير في تغيير الأنظمة المعمول بها.

ولايصدق هذا على الأمور الاجتماعية والإدارية والاقتصادية، بل يصدق على العلم نفسه أيضاً. مع أن تراثنا لايخلو من بوادر إشراقة لثورة علمية تضيء هنا أو هناك. ولكن سرعان ماتخبو، لأنها لم تجد من يذكيها، أو لم يشعر الناس بحاجتهم إليها.

ما المقصود من ثورة علمية؟

لن نلجأ هنا إلى التعريف، لأنه لن يزيد كثيراً في إيضاح الفكرة، بل يكفي أن نعطي بعض السمات البارزة. وقد قام توماس كون بذلك في كتابه « بنية الثورات العلمية » الذي ترجم ونشر في سلسلة عالم المعرفة.

ففي هذا الكتاب يبرز توماس كون فكرة جوهرية هي فكرة " النموذج الإرشادي ". وهذا في حقيقته هو النظرية نفسها بوجه عام، وإن كانت عبارة "نموذج إرشادي " أكثر إيحاء. فالنظرية الذرية في الكيمياء هي نموذج إرشادي، لأنها تساعد على تفسير الظواهر الكيماوية كاتحاد المواد وتفاعلاتها.

وكانت النظرية البطليموسية في الفلك هي النموذج الإرشادي. ففي النظام البطليموسي يمكن أن نشرح حركات الكواكب والنجوم. ولكن تبين مع الزمن أن هذا النموذج (أو النظام) يؤدي إلى مصاعب شتى في شرح حركات الكواكب. لذلك وُضع بدلاً عنه نموذج إرشادي آخر للفلك هو النظام الكوبرنيكي، أي النظام القائم على مركزية الشمس ودوران الأرض حول نفسها وحول الشمس. وبذلك أمكن تفسير حركات الكواكب حول الشمس بطريقة أسهل بكثير، كما فسرت ظاهرة دوران النجوم اليومية حول الأرض بكل سهولة. وقد رأينا كيف ساعد هذا النموذج على اكتشاف قوانين كبلر التي كانت المحك الرئيسي لنظرية نيوتن بعد ذلك.

وهنا لابد من التنويه بأن النظام البطليموسي يتصف بوضعية مطلقة لأنه لم يستطع أن يتخطى ماينقله الحس المباشر. في حين أن النظام الكوبرنيكي ذهب إلى أبعد، وبين أن ماينقله الحس في الظاهر، إن هو إلا نتيجة حتمية لتآلف الحواس مع حركة الأرض المستديمة. فلا يمكن أن ندرك حركتها لأنها أصبحت جزءاً منا ومرتبطة بنا، ولذلك نظنها ثابتة، في حين أنها متحركة (كما أثبت نواس فوكو)، وهكذا لم تعد مسارات الكواكب معقدة بحاجة لدوائر تدور داخل دوائر. وأصبح مدار عطارد الذي حدده ابن الشاطر الدمشقي نموذجاً لكل مدارات الكواكب الأخرى التي تحدث عنها كوبرنيك والتي يسرت لكبلر إمكانية اكتشاف قوانينه وتحديد خواص هذه المدارات. وهكذا أحدث كوبرنيك ***ثورة علمية تم فيها الانتقال من نموذج إرشادي إلى آخر.***

وقد سبق لأرسطرخوس الساموزي في القرن الثالث قبل الميلاد أن اقترح نموذجاً يقوم على مركزية الشمس[23]. ولكنه لم يحدث ثورة، لأن المعلومات والأفكار لم تكن قد نضجت بعد لدرجة أن تجد في هذا النموذج الإرشادي الجديد

فائدة كبيرة. فظلت فكرة أرسطرخوس خبيئة في طيات الكتب تجد من حين لآخر من يهتم بها لفترة وجيزة إلى أن أصبحت العقول مهيأة لتقبلها. فأحدثت ثورة في تاريخ العلم ومؤشراً علماً لبزوغ فجر العلم الحديث.

ولولا كبلر لما ظل نموذج كوبرنيك هو النموذج الإرشادي الأمثل في الفلك، لأن كبلر أظهر فائدة لهذا النموذج، وفي الوقت نفسه ما كان لكبلر أن يصل إلى ماوصل إليه لولا اعتماده على نموذج كوبرنيك، وهكذا يبدو كيف أن العلم هو بناء يتكامل ويتسع. وكل ثورة علمية (أي الانتقال من نموذج إرشادي إلى آخر) هي انفتاح لتوسع جديد في العلم.

ولقد ظل النموذج الميكانيكي الآلي للعالم القائم على تصور زمان ومكان مطلقين وقوى شد وجذب هو النموذج السائد تقريبا منذ عهد نيوتن. ولكن أينشتين قلب هذا الوضع بعد أن أظهر تناقضاً بين مبدأ نسبية غاليليه وقوانين مكسويل في الكهرطيسية. فوجد أينشتين نموذجاً إرشادياً جديداً (أي أحدث ثورة علمية) يقوم على عالم مكاني وزماني تحكمه ظروف هندسية معينة. ولم تعد هناك قوى شد وجذب، وإنما هناك ثقالة هي في الحقيقة عطالة تجعل الأجسام تتحرك في مسارات هندسية معينة.

وقد أحدث داروين ووالاس أيضا ثورة علمية أقامت ضجة كبيرة بنظريتهما في التطور. فهل في تاريخنا العلمي مثل هذه الثورات العلمية. وهل هناك من وضع نموذجاً إرشادياً جديداً بدأ العلم في ضوئه بالتوسع؟

الحقيقة أن العقلية الشرقية التي لم نجد صفة تنطبق عليها أصدق من صفة " وضعية " على رغم أن إلصاق صفة واحدة بفكر شرقي على مثل هذا الاتساع ليس مستساغا، هذه العقلية ظلت بحكم كونها تمثل التاريخ الفكري القديم للإنسانية، محدودة في إطار وضعي لم تستطع الإفلات منه، وبخاصة أن كل نتاجها

الفكري ونماذجها الفكرية عامة انطلقت من إطار نظام إقطاعي زراعي تجاري محافظ. فلم يتح للأفراد أن يتصوروا نماذج أخرى. وهذا ما نشاهده في مصر، وفي بلاد الرافدين، وفي الحضارة الفينيقية، وفي الحضارة الهندية وفي الحضارة الصينية، فالفكر الفلسفي الهندي كله فكر محافظ مشروح في الكتب الدينية كالفيدانتا والأبانشيدات وفي أقوال بوذا، وعند الصينيين في الكنفوشيوسية والطاوية والبوذية. ولسنا بحاجة لأن نعدد أمثلة أخرى.

في حين أن هذه التجربة الواسعة كانت ذخيرة غنية جداً استفاد منها اليونانيون في بناء نماذج فلسفية متعددة، من سوفسطائيين، وماديين ذريين، ومشائين، ومثاليين إلخ... وهكذا يتضح الفارق بين العقليتين... هذا الفارق، لم نجد تفسيراً له إلا بأن النتاج الفكري الشرقي هو الأقدم، والأقدم هو الوضعي قطعاً، وهكذا استمرت هذه العقلية الشرقية على ما درجت عليه إلى أن انبعثت الحضارة العربية الإسلامية. والمسلمون كما نعلم هم ورثة الحضارتين: الشرقية والغربية. لذلك نشأ الفكر الإسلامي في وسط يتجاذبه فيه تياران: تيار الفكر الفلسفي الذي يريد الانطلاق حراً في مجالات التأمّل والمعرفة والتفكير، وتيار الوضعية الشرقية المحافظة الذي هو منتمٍ إليه جغرافياً وتاريخياً. فقام القسم الأعظم من فلسفته على التوفيق بين الفلسفة والدين، و لم تتهيأ له الظروف لمواصلة أي ثورة اجتماعية أو فكرية، والأحرى علمية جادة.

على أن هذا لم يمنع من ظهور بعض بوادر التمرد والانفلات من قيد الوضعية نفسها. ولكن هذه البوادر لم تصل إلى درجة الثورة التي تحدث انقلاباً في الفكر. ولما كان بحثنا يتناول العلم بالدرجة الأولى. لذلك سنتحدث عن ثورة خامدة ظهرت عند الحسن بن الهيثم.

نموذج ثورة علمية (خاملة):

لم يكتف الحسن بن الهيثم بوضع نموذج إرشادي جديد في المنهج العلمي نفسه حين تخلى عن الاستدلالات الأرسطية غير الممحصة، ولجأ إلى الأدلة الحسية، فابتدع التجارب، وصنع أدواتها الخاصة لإثبات وجهة نظره وبطلان وجهة نظر من سبقه من المفكرين العرب واليونانيين. ووضع منهجا يتصف بالموضوعية الحقيقية حين أتى بالدليل تلو الدليل على أن الضوء شيء قائم بذاته ينتقل في زمان ويؤثر في العين (التي كان هو أول من أعطى وصفا صادقا لتشريحها)، فيحدث بتأثيره الإبصار. و لم يكتف ابن الهيثم بما تمليه الحواس، بل سعى إلى إيجاد نموذج إرشادي (أو مايشبه الفرضية أو النظرية) ليرشده في استدلال يفسر به انعكاس الضوء وانكساره. فقد شبه انعكاس الضوء وانكساره بحركة كرة صلبة تصطدم بسطح صقيل صلب وترتد عنه، أو تصطدم بسطح لين كالماء فتغوص فيه. وقد انتقلت طريقته هذه إلى كبلر وديكارت ونيوتن، ولايختلف تفسير نيوتن للانعكاس عن تفسير ابن الهيثم إلا بوضوح المفاهيم وقابليتها للقياس. وقد اكتشف ابن الهيثم بنموذجه هذا حقيقة هامة وهي أن الشعاع الوارد والشعاع المنعكس والناظم على السطح العاكس في نقطة الورود، كلها في مستو واحد[24]، وربما كان تشبيهه هذا هو أصل نظرية الإصدار التي قال بها نيوتن.

فابن الهيثم إذن وجد نموذجا إرشاديا غير النموذج الإرشادي اليوناني الذي يقوم على أن الضوء يصدر من العين، أو يصدر من العين ومن الأشياء في آن واحد*، ووضع نموذجا إرشاديا حتى في علم الحركة وفي اعتباره اصطدام الضوء بالسطوح الصقيلة كاصطدام كرة مرنة بسطح صلب. ولكن ابن الهيثم لم يستطع

* هذا النموذج اليوناني نستطيع أن نسميه عصا الأعمى. لأنه يفترض أن الشعاع الخارج من العين حين يلامس الشعاع الصادر عن الجسم يحدث تلامسا هو الذي يحدث الرؤية.

الاستفادة من نموذجه في إيجاد قانون الانكسار، في حين أن ديكارت ونيوتن استطاعا ذلك، وبنى الأخير على هذه المسائل نظريته في الإصدار التي لم يجرؤ ابن الهيثم على إعلانها. ثم إن نموذج ابن الهيثم ظل خبيئا خجلا في طيات كتابه، و لم يذع على الملأ ليجري فيه نقاش. وعلى الرغم من أن كمال الدين الفارسي حاول بعد ذلك إتمام عمل ابن الهيثم وأخذ بنظريته في موضوعية الضوء، إلا أنه أنكر فكرة الكرة الصلبة. ولو أن ابن الهيثم استطاع تفسير عملية الانكسار ووجد لها قانونا مستفيدا من مفهوم السرعة (الذي لم يكن له وجود عند المسلمين)، لأقنع كمال الدين الفارسي على الأرجح. هذا إضافة إلى أنه لو وجدت مؤسسات، لكان يمكن أن تثير حول فكرة ابن الهيثم نقاشا يؤدي إلى اكتمالها. ولكن هذه المؤسسات العلمية للأسف لم تكن تعنى – إن وجدت – في مثل هذه الأمور.

الوضع الاجتماعي – الاقتصادي في الحضارة الإسلامية:

يتبين لنا من استعراض تاريخ الشعوب التي دخلت في الإسلام أن نمطها الاقتصادي يكاد يكون واحدا وثابتا عبر مراحل التاريخ، من بداية الحركة الإسلامية وحتى مطلع عصر النهضة الحالية، فهو يقوم على الزراعة وعلى التبادل التجاري في الدرجة الأولى، و لم يرتق إلى مرحلة الإنتاج بالجملة والمصانع الكبيرة. هذا غير ماظل العرب يحملونه من روح عشائرية ظلت متأصلة حتى اليوم تقريبا. فحتى الأفراد الذين اندمجوا في المجتمع العربي كانوا ينسبون غالبا إلى عشيرة. وكان يقال عن هؤلاء إنهم موالي، أي موالون أو منتسبون إلى عشائر عربية. وكل الأفكار والفلسفات التي انتشرت في هذا العالم العربي لم تستطع تخليصه من هذه الرواسب، وبخاصة في المشرق العربي حيث لاتزال البداوة طرازاً للحياة عند بعض القبائل العربية. وهكذا ظلت صلة الرحم قوية في العالم العربي الإسلامي حتى

ليحسدنا عليها الغربيون. وهذا لما فيها من تعاطف وتآخ، ولكنها في الوقت نفسه أعفت الدولة إلى حد ما من بعض مسؤولياتها (التي بدأت تهتم بمواطنيها عن طريق الضمان الاجتماعي)، بل لم تشعر الدولة في الماضي بضرورة القيام بهذه الأعباء، إلا في تقديم المعونات (كأعطيات وهبات للفقراء ولغير الفقراء) وبناء المستشفيات والبيمارستانات وربما المساجد وتجهيزاتها، أما العناية بالطرقات والمرافق العامة الأخرى فنادرا ماكانت تنفذ. وهكذا وفرت هذه البنية الاجتماعية - الاقتصادية وسائل للعيش، قد تكون كافية بذاتها للشعب القنوع، ولاتحيجه للمطالبة بالمزيد والتطلع إلى أبعد بكثير من واقعه.

ويحدثنا جون ديزموند برنال بإسهاب عن تطور التقنيات في الغرب، الذي كان يلاقي تشجيعا من الحركة البورجوازية الصاعدة[25]، وكان في الوقت نفسه يدفع هذه الطبقة أكثر فأكثر إلى الظهور، إلى أن أدت هذه التبدلات إلى جيشان تمخض أولا عن حركة إصلاح ديني، وانتهى بحركات تحرر على الصعيد الاجتماعي والفكري والسياسي. وقد رافق ذلك كله تغير في نظرة الغربي إلى علاقة الفرد بمجتمعه وعلاقته بحكومته وضرورة وجود تنظيم سياسي - اقتصادي - اجتماعي يقوم على أسس أكثر عدلا وإتاحة للمبادرات الفردية، ويراعي مصالح الشعب، ويشعره بالمشاركة في توجيه دفة الحكم، ويضمن في الوقت نفسه حسن سير العمل الحكومي.

ونحن لانشهد في تاريخنا مثل هذا التبدل الاجتماعي إلا من الجاهلية إلى الإسلام. ثم ظل نظام السلطان المطلق سائداً في مركز الخلافة وفي الأمارات والولايات التي استقلت بعدئذ عن السلطة المركزية. وامتد ذلك حتى أيام المماليك ونهاية زمن السلطة العثمانية. ولايزال إلى حد ما سائدا في عالمنا العربي بدرجات متفاوتة. ولم تؤد ثورة الزنج وحركة القرامطة إلى تنبيه الدولة إلى ضرورة التغيير في

أنظمة الحكم، وعلاقة الأفراد بالدولة وواجباتهم تجاهها. وسرعان ماخبت هذه الثورات، دون أن تترك بذرة تفتح الأذهان على ضرورة إعادة النظر في أساليب الحكم وإيجاد بدائل جديدة تمسك الدولة عن الانهيار.

حدود النظرة الوضعية:

إن هذه الوضعية، التي كانت نتيجة الظروف التي بيناها، والتي لاتريد أن ترى الوجه المتغير للعالم والطبيعة، تتوقف عند الجزئيات والخصوصيات، ولاتنتقل إلى العموميات. وهي ليست بحاجة لأن تعلل مادام الاستقراء بحكم طبيعته كافيا لإعطاء وصف لواقع متكرر.

إن مثل هذه العقلية تعطي مفردات وحقائق منفصلة، لذلك نجحت في التوصل إلى قواعد طبية غنية جدا من دون أن تعطي نظرية طبية واضحة قابلة للتطبيق. وعندما أعطى ابن النفيس مثل هذه النظرية في تفسير دور الرئتين واكتشاف الدورة الدموية الصغرى، لم يدرك مدى أهمية اكتشافه، لا هو ولا من حوله، فطمس مثل غيره في عالم النسيان. وتستطيع هذه العقلية دراسة الفلسفة ولاسيما فلسفة أرسطو التي تلائمها على أحسن وجه، وتتفق مع مزاياها كل الاتفاق. ففلاسفتنا حفظة لأقوال أرسطو بما يوائم روح العقيدة الإسلامية. وحين بدأت الحركات الصوفية بالظهور بدأ معها التأثر بالأفلاطونية الحديثة أو الأفلوطينية أو بالديانات الهندية*(26). على أن الحركات الصوفية لم تستطع أن تبلغ رسالتها إلى الجماهير، بل على العكس غالبا ما اتهمت بالكفر والزندقة، فقتل الحلاج والسهروردي، ولقي ابن عربي مقاومة كبيرة. والمشكلة أن معظم هؤلاء المتصوفين كانوا يتكلمون بلغة الأسرار والرموز، ويصعب جدا فهمهم. لذلك يصعب أن نجد بناءً

---

* أو على الأقل هكذا اتهمت، وإن يكن ذلك مقصورا في اعتقادنا على بعضهم. فابن عربي يتميز فعلا بخصوصية خاصة.

فلسفيا مستقلا وواضحا انعكس على الرأي العام عند المسلمين، لأن مثل هذا البناء يعني إضافة شيء من الذات إلى المحسوس، وهذا ليس من طبيعة العقلية الوضعية. ولو أن ارنست ماخ (1838 – 1916) اطلع على العقلية العربية الإسلامية، لوجدها، على الأرجح، تجسد بعض مثله. فماخ هذا كان يريد من زملائه بحسب قول إيزابيل ستنجر أن يهجروا كل التعابير التي تتحدث عن أشياء لاينقلها الحس،، وإنما أضيفت من الذات، مثل ذرات، مكان، زمان[27]... ولاعجب في ذلك، فعلى الرغم من اكتشافات العلماء المسلمين في الرياضيات، فهم لم يضعوا مفهوما فيزيائيا محدد المعالم بحيث يمكن قياسه: كمفهوم السرعة، ودرجة الحرارة والضغط والقوة. لأن هذا يعني إضافة شيء من الذات. فحين شرح ابن الهيثم « نموذجه الإرشادي » في مسار الضوء، كان يشرح تفسيره مستخدما مفهوما زئبقيا يصعب علينا جدا تحديده، وهو " الاعتماد ". فهل هو كمية حركة أم قوة صدم؟ وهو لم يسع إلى تحديد هذا المفهوم تحديدا كميا، على الرغم من أنه كان يعامله معاملة المقدار المتجه (الذي يسمى أحيانا الشعاع).

وهكذا لم تستطع هذه العقلية أن تبني علما نظريا كالذي وضع بعض مبادئه اليونانيون الذين نجد عندهم نظرية ذرية ونظرية العناصر الأربعة ونظرية الأخلاط في الجسم... وهذه ظاهرة تعم الشرق في حين أن الحضارة المصرية القديمة توصلت إلى بناء أهرامات يصعب، حتى في الوقت الحاضر، بناء مثيل لها، إلا أن المصريين لم يملكوا أسسا نظرية، ونحن لانستطيع الاستغناء عن هذه الأسس لبناء مثل هذه الأهرامات. فكيف بناها المصريون وهم لم يملكوا مثل هذه المعرفة النظرية؟ لاشك أن هناك خبرات تكونت مع الممارسة، وكونت في الوقت نفسه مشاريع مفاهيم لم تصل إلى درجة الأفكار المحددة التي يمكن صياغتها بحدود واضحة معرفة يمكن نقلها

إلى الآخرين بيسر: إنها معارف مجزأة قد تترابط في بصيرة الخبير، ولكن يصعب تلقينها للآخرين. فلقد اكتشف المصريون القدماء كثيرا من المواد والمركبات لاستخدامها في التحنيط، و لم تكن لديهم نظرية في الكيمياء، في حين أن اليونانيين وضعوا نظرية في الكيمياء وتركيب المواد و لم يتوصلوا إلى ابتكار يوازي التحنيط.

وهذا حال كل حضارات الشرق القديمة. وهي بهذا تختلف عن حضارة الغرب. لا لأن الثانية تتصف بالعقل، والأولى لاتتصف. فالعقل هو العقل عند الإنسان أينما كان. فقد يكون هذا الاختلاف هو اختلاف مرحلة، وأن المرحلة التي تلي النظرة الوضعية هي دائما مرحلة الرؤية النظرية التفسيرية التي تشمل كل المفردات بنظرة شمولية تستوعب الكل وتربط بين أجزائه، وهذا ماسنبحثه في فقرة تالية. ولكن بعضهم يرجع هذا الاختلاف وهذا الإحجام عن الخوض في غمار الخيال، وإطلاق العنان للبصيرة كي تخرق الحجب إلى الفرضية الصحيحة. والحقيقة أن الدين لم يحل أبدا دون قيام المعرفة العلمية، أو حتى الفلسفية إلى حد ما. وإذا كان هناك إحجام حقا فهو آت من النظرة الوضعية الأصيلة المحافظة.

يقول توبي هاف مؤلف *فجر العلم الحديث...* : « دخل العلم اليوناني إلى العالم الإسلامي دخول الضيف، وظل الذين استدعوه على تحفظهم وبعدهم بسبب أمر مهم هو الدين »[28]. هذا في حين أن الدين لم يمنع أبدا دخول العلوم اليونانية فالعرب أدركوا كروية الأرض، مع أن هناك آيات توحي بغير ذلك. ولقد قاسوا نصف قطر الأرض. ولكي يبرر هاف استقبال المسلمين للعلم اليوناني أضاف: «لقد أخلى التحفظ مكانه إلى درجة عالية من الاستطلاع والبحث التجريبي». وما من شك أن حب الاستطلاع والاطلاع هو دافعهم للمعرفة، ولكنهم أخذوا العلم اليوناني دون تحفظ، واقتصرت تحفظاهم على النواحي الفلسفية. فالمسلم لا يمكن

أن يقبل بإله على شكل إله أرسطو الصانع، لأن الله عند المسلمين خلق كل شيء. وعلى رغم ذلك رأى بعضهم أن المادة أزلية. ولكن المسلمين أخذوا بكثير من النظريات التي أتى بها اليونانيون، بدءا بالرياضيات وانتهاء بالاطلاع على الفلسفات اليونانية كلها، بما في ذلك كل النظريات الطبية والفيزيائية والفلكية. و لم يكن الدين مانعا أبدا لو أن الحسن بن الهيثم قال: إن الضوء مكون من جزيئات صغيرة لا يدرك مدى صغرها، وهي تتصرف بتصرف الكرات الصلبة. ولا أظن أن الدين منع ابن النفيس من القول إن الرئات تتنسم الروح للدم في دورته الصغرى. أما في الفلك فقد أخذوا كل شيء، ليس فحسب دون تحفظ بل بدافع ديني. فاكتشف البتاني خاصة أساسية في المثلثات الكروية، وطور مع البيروني وابن الالبنا المراكشي وغيرهم علم المثلثات، واكتشفوا كثيرا من حقائقه، حتى ليقال إن علم المثلثات اكتشاف عربي، مثله مثل الجبر، مثل الكيمياء.

ويبدو أن المسلمين قد خاضوا في هذا المضمار الأخير على طريقتهم الوضعية التجريبية. وكانت هذه ملائمة لذلك العلم، وهذا معترف لهم به، فقد طوروا أجهزة التقطير التي تعد أحد أركان مختبر الكيمياء الأساسية. كما استفادوا على ما يبدو، من خبرات من سبقهم من اليونانيين والمصريين، ومن خبرات الناس اليومية في التعامل مع المواد، وهذه الخبرات كما يقول جيمس كونانت[29]، هي أساس الحس السليم الذي كان نقطة البدء لتكوين الكثير من المفاهيم، ولكن لم توجد لدى المسلمين نظريات محددة المعالم في الكيمياء، وإن كان جون دزموند برنال يورد فكرة الزئبق والكبريت كنموذج لمثنوية كيماوية (معادن، أشباه معادن). لكن لا ندري إلى أي مدى استفاد منها الكيماويون العرب، الذين اكتشفوا كثيرا من المواد في أثناء تجارهم التي لم يحل دونها حائل ديني. إذ يقول جون برنال « لا يمكن أن تصبح الكيمياء علما إلا إذا جمعت هذه الخبرة معا وأمكن استيعابها ككل، ثم

تزويدها ببعض المبادىء العامة. وهذا ما فعله العرب. الأمر الذي يعطيهم الحق في أن نعتبرهم المؤسسين لعلم الكيمياء »[30] ومع ذلك لم يعترض الدين.

بدايات التخلف:

ترى هل حدث هذا كله بعيدا عن أعين الدين؟ قطعا لا. لكن حين بدأت أمور الدولة تسير نحو الانهيار والتجزئة والتعرض لهجمات البرابرة من الشرق ومن الغرب. عندئذ وجد، كما هي العادة دائما، من يتعلل بأن ما يصيبهم هو بسبب قلة الدين. إذ يروي القفطي (المتوفي عام 1240 تقريبا)[31]: « أخبرني الحكيم يوسف السبتي الإسرائيلي قال: كنت ببغداد يومئذ تاجرا، فحضرت المحفل [أي محفل حرق الكتب] وسمعت كلام ابن المارستانية: [الذي وشى بالعالم عبد السلام بن جنكي دوست للخليفة الذي كان يعزه]، وشاهدت في يده كتاب الهيئة لابن الهيثم وهو يشير إلى الدائرة التي مثل بها الفلك وهو يقول، وهذه الداهية الدهياء والنازلة الصماء والمصيبة العمياء، وبعد تمام كلامه خرقها وألقاها إلى النار. قال فاستدللت على جهله وتعصبه. إذ لم يكن في الهيئة كفر، وإنما طريق إلى الإيمان ومعرفة قدرة الله جل وعز فيما أحكمه ودبره ». فمن هذا النص يتبين لنا أن الدين لم يكن المانع وإنما الجهل وسوء السياسة. بدليل أن القفطي ويوسف السبتي متفقان على أن هذا الإحراق جهل بحقائق الأمور وتعصب أعمى وغايات شخصية وسوء إدارة

ونضيف إلى ذلك أن الإنسان يصعب أن يهتم بعلم لا يؤدي مباشرة إلى نتيجة لها صلة مباشرة بالحياة. وقد يكون هذا أحد الأسباب التي جعلت معظم العلماء والمفكرين يهتمون بدراسة الطب والعشابة.

كما أن الدولة نفسها اضطرت لفرض شرط الشهادة على الطبيب والعشاب من أطباء مشهود لهم. وهكذا لم تحظ العلوم البحتة، وبخاصة الفيزياء،

باهتمام كبير مثل الطب والكيمياء. أما الرياضيات فكان البحث فيها أشبه ما يكون بحل الأحاجي للمتعة، فراح البحث فيها يصبح أكثر عزلة. كما ظل الباحثون فيها شبه معزولين، وازدادت عزلتهم مع التخلف. ولا أدل على ذلك من جهل الناس بكثير من أعمالهم منذ القرن الحادي أو الثاني عشر الميلادي، فلم يفطن أحد إلى أعمال شرف الدين الطوسي، أو السموأل المغربي وأستاذه الكرجي، أو عمل جمشيد الكاشي، وحتى ابن النفيس ضاعت مواهبه الفذة في هذا البحر الزاخر بالاضطرابات السياسية والمناوشات العسكرية. وراحت ثقة الإنسان بنفسه تضعف أكثر فأكثر، وأصبح المراؤون والدجالون وحدهم في الساحة، يكيلون التهم لمن شاؤوا بالزندقة والكفر. وانحدر مفهوم الدولة إلى أدنى مستو له. وهكذا كان الوضع حين هجمت قوات الفاتحين العثمانيين على سورية وانتصرت على قانصوه الغوري في معركة مرج دابق - وبعدها انطفأت شعلة الفكر تماما وغابت في ظلام طويل يكاد يكون بلا نهاية.

سمة أخرى للفكر العربي الإسلامي ربما كانت مسؤولة:

وإذا انتقلنا من حدود المعرفة العلمية إلى الخبرات الفنية من رسم ونحت وشعر وعمارة وكل فنون الأدب، وجدنا أن الفكر العربي كان يركز على القالب الزخرفي قبل المضمون، ففي الرسم الذي لم يعطه الأهمية التي يستحقها، لا نجد سوى الزخرفة على الجدران والأعمدة أو على دفتي كتاب، أو في الخط المكتوب به. وهذه الزخرفة بخطوطها المنحنية المتداخلة المتشابكة، أو حتى بخط واحد يتلوى، هي كافية في نظره. ألا تذكرنا بأوراق الشجر وانحناءات الجسد وتكور النهود، فهي إذن قد جملت كل هذا في وحدة تخلق كثرة، وكثرة تكون وحدة. ولكنها لا تبتعد إلى دراسة تفاصيل جسد الإنسان وقسمات وجهه. وإذا تأملنا في رسوم

الشرق عامة كالفارسي والصيني والهندي إلى حد ما، والمصري القديم، وجدناها تكتفي بإبلاغ ما تريد قوله، وليس مهما الدخول في تفاصيل الجسد الذي كان موضع اهتمام الإغريق والفكر الأوربي الغربي، وبخاصة بعد عصر النهضة. وإذا نظرنا إلى الرسوم التي تمثل الحيوانات أو الإنسان في كتب الطب العربية، وجدنا أيضا أنها رسمت بطريقة سريعة، بغرض إظهار فكرة ما، من غير إعطاء تفاصيل الجسد بدقة تتطابق مع الأصل، كما هو الحال في الكتب الأوربية التي ترجع إلى هذه الفترة. وقد أدى عدم اكتراث العرب بالرسم إلى حد أننا لا نعرف من الخطاطين إلا بعض الأسماء. وهذا إن دل على شيء فعلى عدم اهتمام المسلمين كثيرا بالمهارات اليدوية، وإلى عدم الممارسة الحقيقة للدخول في التفاصيل وإلى إفقار الخيال الفراغي، لأن الاصطفاء الطبيعي والاهتمام الذي يؤدي إلى الاختيار، يبرز في النتيجة ذوي المواهب ويعلي من شأنهم. وهذا مانراه في الغرب، حيث نجد كثيرا من الناس العاديين يتقنون الرسم. وهذا طبعا نتيجة الاصطفاء الطبيعي.

والقول نفسه ينطبق على فن العمارة، فمن منا يعرف اسم مصمم قصر الحمراء، أو مسجد قرطبة أو مزين المسجد الأموي بدمشق. وهكذا لم تنشأ فئة من التقنيين العلماء، كما شاهدنا في بدايات عصر النهضة في أوربة حيث كان الفنانون مهندسون وعلماء إلى حد ما.

فالعربي يؤثر الوصف الكلامي، ومن يعمل بيديه لا ينظر إليه بالنظرة نفسها التي يحظى بها من يعمل بعقله ولسانه. لكن الشعر أيضا يجب أن يكون مزخرفا، فهو لا يعد شعرا إلا إذا كان موزونا ومقفى وبليغا مبينا، ومتين الأسلوب حسن السبك، أما المعاني فتأتي في الدرجة الثانية. وكثيرا ما صيغت الحكم شعرا ليتذوقها الناس ويسهل عليهم حفظها، على الرغم من أنها في النتيجة لا تختلف عن الحديث العادي.

و لم يعبأ العرب بالمسرح والقصص (أو ما نسميه الآن فن القصة والرواية والمسرحية). فالكتب الأدبية الراقية هي الكتب التي تروي أخبار العرب ونوادرهم بأسلوب حسن السبك، متين الأسلوب، ناصع الديباجة، قوي البيان. وهذه قمة الوضعية. ولا نلحظ وجود قصص متخيلة ترمي إلى إرضاء الحاجة إلى الحلم، أو إلى طرح إشكالية إنسانية، أو إعطاء العبرة والموعظة، أو السخرية والتهكم والنقد الاجتماعي، إلا في عصور متأخرة، كما هو الأمر في المقامات، وقصص ألف ليلة وليلة الشعبية، وحكايات كليلة ودمنة المنقولة عن الأدب الهندي. وهذه الأخيرة نقلها كما نعلم ابن المقفع على الأرجح عن الفارسية، وكان غرضه منها إعطاء الخليفة المنصور الصورة الصالحة القويمة التي يجب أن يكون عليها الخليفة. ولكنها على ما يبدو كانت السبب في انتهاء أجله. ويجب ألا ننسى المفكر الحر المعتزلي الجاحظ (775-868)، الذي كان يؤلف كتبا علمية يضمنها نقدا اجتماعيا لاذعا، وسخرية مرة مضحكة في الآن نفسه. ولكن هذه اللمحات العبقرية الفذة لم تتطور إلى شكل من أشكال الأدب التي عرفت عند اليونانيين (التي ربما اطلع عليها العرب، و لم يتأثروا بها) فظلت للعرب خصوصيتهم في هذا المجال، حتى أنها راحت تصبح أكثر إمعانا في الزخرفة والمحسنات اللفظية واللعب بالقوافي، وإبراز المهارة في قوة السجع وتغيير المفردات، وينطبق ذلك على كثير من أمور الفكر. فقد شهدت القرون الثلاثة التي أعقبت عام 1300 (بالتقريب) كثيرا من الأعمال العلمية والفكرية المبدعة، إلا أنها لم تترك أي أثر في تحسين أوضاع المسلمين. لذلك سرعان ما كانت تضيع في عالم النسيان. وحتى إذا لقيت بعض الاهتمام، إلا أنها لم تحرك أنظمة الحكم إلى البحث عن سر هذا الانحدار. ونعطي مثالين بارزين جدا وهما ابن خلدون والمقريزي اللذين كان من الممكن بالنسبة لمجتمع يتفهم رسالة مفكريه، أن يعي ما هو فيه. ولكن هذا لم يحدث أبدا، إلى أن غابت الامبراطورية

الإسلامية في سبات عميق، لم تستفق منه إلا على ضربات موجعة لم يعهدوا لها مثيلا من قبل، إنها ضربات المستعمرين الغربيين التي لا تعرف رحمة الرحمن الإسلامية ولا محبة الله المسيحية، إنها تعرف شيئا واحدا هو مصلحتها.

خلاصة:

نلخص الأسباب التي حالت دون انبثاق فجر العلم الحديث في العالم العربي الإسلامي بالأمور التالية:

1- لم يتطور المجتمع العربي الإسلامي إلى مجتمع رأسمالي يشجع الصناعة. إذ لم تتأسس شركات تحث المفكرين على إبداع وسائل إنتاج بالجملة. وهكذا ظل المجتمع العربي الإسلامي قائما على شكل من الإقطاع والعمل التجاري القائم على العبور والمبادلة. فكما كانت قريش تتجه بتجارتها في الشتاء إلى اليمن وفي الصيف إلى بلاد الشام، فقد ظل هذا النمط من الكسب معمولا به في كافة أنحاء العالم الإسلامي إضافة إلى الحرف والزراعة.

2- لقد حال إهمال الفنون اليدوية من رسم ونحت وعمارة دون تكوين طبقة من الفنانين -التقنيين-العلماء كما رأينا في الغرب. في حين أن أمثال هؤلاء هم الذين كانوا وسيلة الربط بين التقانة التطبيقية والعلم النظري، مما هيأ ظرفا ملائما لنشوء الكثير من المفاهيم التي نتداولها وندين بها الآن للغرب.

وهذا لا يعني أنه لم يظهر في العالم الإسلامي أمثال هؤلاء، ولكن الكائن الحي وبخاصة الإنسان مرتبط بتقدير الجماعة، فلم يعمل الاصطفاء الطبيعي على إبراز هؤلاء، لكي تتكون في النتيجة طبقة منهم تكون فعالة فعلا، ولربما ماتت مواهب كثيرة دون أن يفطن إليها أحد.

3- وهكذا لم يتح للفكر العربي الإسلامي أي ظرف يدفعه إلى الخلاص من الفكر الوضعي الأرسطي الذي ظل بوجه عام هو المهيمن.

4- لقد حال سوء التنظيم الإداري والسياسي دون تكوين هياكل سياسية مستقرة مثلما حال دون ظهور منشآت تعليمية تدرس آخر التطورات العلمية ويكون فيها الطالب مسؤولا، وبحيث تظل هذه المنشآت مركزا للاحتكاك بين العلماء. ومركزا لنشر العلم وعطاءاته، كالرياضيات والفيزياء، وحتى الطب. فظلت كل الإبداعات تقريبا أعمالا فردية لم تتناقلها الأجيال، مما محى صورها من الأذهان بسرعة لدرجة أننا نتساءل أحيانا: كيف لم يفطن عالم معين إلى أن هناك آخر قد سبقه إلى هذا، ومنذ أمد قد يصل إلى مئات السنين. بل ويتملكنا العجب كيف يمكن أن يكون عالم عربي مسلم قد توصل إلى هذه النتائج الهامة، ومع ذلك ظلت خبيئة إلى يومنا هذا.

5- إن سوء التنظيم السياسي والإداري أدى بسرعة إلى انهيار المركزية في الدولة، وإلى تجزئتها، مما سهل على أعدائها مهاجمتها وتدميرها في النهاية. وقد أدى هذا بالعامة، الذين ليس لديهم سوى الدين مرجع، إلى اعتبار الخروج عن الدين، هو السبب في كثير من الأحيان، وصبوا جام غضبهم على كل ما هو خارج عن إطار الدين، كالفلسفة والعلم، ودخل الفكر العربي الإسلامي في متاهات صوفية مبتذلة أو لاعقلانية حقيقية.

خاتمة:

وأخيرا، هل العلم العربي أرسطي؟ وهل ينتمي فكرا ومنهجا إلى ما شاع في القرون الوسطى من فكر يصطبغ بصبغة أرسطية؟ في الإجابة عن ذلك، حاولنا أن

نبين بعض السمات العامة لهذا الفكر من استعراضنا لبعض من عطاءاته. ولا نظن القارىء إلا وقد تبين أن في هذا العلم سمات مشرقية قبل أن تكون أرسطية. وهذه السمات هي التي كانت تشده إلى جغرافيته، فهي لا تخرج كثيرا عن السمات المشرقية التي نجدها في مصر القديمة وبين الرافدين وفي الهلال الخصيب عامة. فهي تتميز بتراكم عدد كبير جدا من الخبرات. ولكن الثقافة الإسلامية التي أتيح لها أن تغتني بمنهج الفكر اليوناني النظري، تميزت عن هذه الحضارات المشرقية التي سبقتها بأنها استطاعت أن تظهر بين حين وآخر جانب صيغة تنظيمية (أو ما يسمى عقلانية) إلى جانب تجربة حسية لهذا الفكر، وإن لم تبلغ مرتبة الفكر التنظيمي المنهجي اليوناني. فنحن لا نجد ذلك النسق الذي ينطلق من أولى المعطيات فيجرد مفاهيم واضحة محددة، ثم يربطها بروابط يتخذها مقدمات لبناء صرح نظري متكامل البنيان. لذلك ظل الطابع المشرقي يجتذبها، وإن كانت تطفر بين حين وآخر طفرات من النظر «الميتافيزيكي» الذي يحاول أن يتخطى حدود الحس إلى محاولة الكشف عن رابطة عقلانية كامنة وراء الأشياء. ولكن هذه الطفرات التي تميز بها الفكر الإسلامي عن الفكر الشرقي وعن الفكر الوضعي المحض، لم تلق الأرض الصالحة لرعايتها ونموها، فظلت كاللؤلؤ المنثور في قاع محيط من النسيان تنتظر من يجمعها ليظهر رونقها في نسق بديع متين البنيان، فيصح عليها ما قاله نيتشه عن الفكر اليوناني، إنه من « العبث أن ننسب للإغريق ثقافة أصيلة، إنهم بالعكس، هضموا الثقافة الحية لشعوب أخرى. وإذا ما استطاعوا أن يوغلوا في البعد إلى هذا الحد، فذلك لأنهم عرفوا من أين يلتقطون الرمح لكي يلقوا به إلى أبعد »[32].

وفي هذا ذاته تكمن عبقريتهم. وإذا كان هذا حال اليونانيين، فهو أيضا حال الأوربيين في عصر النهضة.

هذا ماتؤكده الأمثلة القادمة في الفصل السادس.

حواشي وإحالات:

(1) توبي أ.هاف: « فجر العلم الحديث: الإسلام، الصين، الغرب » عـالم المعرفة. العدد 219، ص26.

(2) المصدر السابق ص26.

(3) نقلا عن جميل قاسم « العرب والعلم والنهضة الثالثة » جريدة السفير (الثقافي). العدد 76 تاريخ 97/6/6.

(4) جون دزموند برنال « العلم في التاريخ » المؤسسة العربية للدراسـات والنشر. الجزء الأول ص362.

ومما يجدر ذكره أن جون دزموند برنال هو المؤسس الحقيقي لعلـم البلورات، وكان عضوا في كثير من الأكاديميـات الأوروبيـة، وفي الجمعية الملكية ثم أصبح رئيسا لقسم الفيزياء في كلية بركبك في جامعـة لندن. وله العديد من المؤلفات العلمية وتاريخ العلوم وفلسفتها.

(7) برتراند رسل: « حكمة الغرب » سلسلة عالم المعرفـة. العـدد 62 الجزء الأول ص285. ويتضح من تاريخ الإقطاع في هذه الفـترة أن الحكام كانوا دائما يتململون من سلطة البابا. ولكن هـذا التململ انقلب إلى صراع عند نشأة الرأسمالية. وبعد أن قويت شوكتها انتـهى الأمر إلى الحد كثيرا من سلطة البابوات والكنيسة.

(8) المصدر السابق: الجزء الثاني ص42.

(9) سبق أن ذكرنا أن البيروني توصل إلى مفهوم السرعة الآنية ومفـهوم التسارع ولكن هذين المفهومين لم يكن لهما عند المسلمين أي صـدى لأنهم لم يشعروا بحاجتهم إليهما (Encyelopdie Larousse. العلـم في العالم الإسلامي).

(10) Carl B. Boyer. تاريخ الرياضيات ص261، 262، 268.

(11) Pierre Thuillier: مقال في مجلة La Recherche عـــدد تمـــوز/آب 1994 أو يمكن الرجوع إلى مقالة " فيزيائيون وفلسفات" مجلة المعرفة شباط 1995.

(12) المصدر (3). نقلنا عنه هذه الفقرة لعدم توافر كتاب فيبر لدينا.

(14) هاينز كرايسيك « حكايات وأساطير من عالم الشرق القـــديم » وزارة الثقافة 1983 ص231–232.

(15) Margrette Ion: « أوغاريت: مدينة ملكية من عصر البرونز ». مجلة La Recherche كانون الثاني/يناير 1995.

(16) موسوعة Larousse مادة « الفن الفينيقي ».

(17) جون دزموند برنال: « العلم في التاريخ » المجلد الأول ص250.

(18) برتراند رسل: « حكمة الغرب » سلسلة عالم المعرفة. العدد 62 الجزء الأول ص307.

(19) المصدر (1) ص49.

(20) المصدر (14) ص219–221.

(21) المصدر (1) الجزء الأول ص144.

(22) المصدر (7) ج1. ص303.

(23) المصدر (4) ص239.

(24) مصطفى نظيف: « ابن الهيثم: بحوثه وكشوفه البصرية » الجـزء الأول ص136 وما بعد. ويمكن للقارىء أن يطلع في هذا الكتـــاب علـــى المفاهيم التي أدخلها ابن الهيثم وبخاصة الميكانيكية.

(25) المصدر (4) نهاية الجزء الأول وبداية الثاني نجد كثيرا من الشواهد على ذلك.

(26) محمد ياسر شرف: « حركة التصوف الإسلامي » وزارة الثقافة طبعة 1984. ص226. ويؤكد هاف ذلك في عدة مواضع من كتابه « فجر العلم الحديث...».

(27) Isabelle Stengers حوار أجرته معها مجلة La Recherche العدد 297 نيسان/إبريل 1997. ص86، 88. تعمل هذه الكاتبة أستاذة للفلسفة في جامعة بروكسل. وماخ عالم وفيلسوف من نهاية القرن الماضي وهو يتحدث عن العلم بطلبه هذا، لأنه يريد للعلم أن يظل وضعيا.

(28) المصدر (1) ص113.

(29) جمس كونانت: « مواقف حاسمة في تاريخ العلم » أو « العلم والحس السليم » سلسلة الألف كتاب.

(30) المصدر (4) ح$_1$ ص307.

(31) يوسف القفطي: « أخبار العلماء بأخبار الحكماء » ص154.

(32) فريدريك نيتشه: « الفلسفة في العصر المأسوي الإغريقي » ص40.

- الفصل السادس -

تراثنا وفجر العلم الحديث (أمثلة):

لايمكن لمن يريد أن يعرف كيف انبثق فجر العلم الحديث، ويدرك مدى التجربة الطويلة التي تفاعلت خلال العصور الوسطى، أي قبل أن تنضج الأفكار والمفاهيم التي أخذت تتلاحق حالياً، إلا إذا تابع التجربة بنفسه بدءاً من التلمسات الأولى إلى أن أصبحت مفاهيم واضحة محددة، يمكن حتى تقديرها كمياً.

وسيطلع القارئ المتابع للأمثلة القادمة على الدور الذي لعبه الحدس والبصيرة في إبداع هذه المفاهيم، وسيجد أن الكثير منها، الذي كان يعاني من فهمه له وهو طالب، كان الباحثون يدركونه حدسياً، و لم يكونوا يحسنون التعبير عنه أو تعريفه بوضوح. وقد ظل الأمر كذلك بالنسبة لكثير من المفاهيم، إلى أن أصبحت صيغها واضحة (كلامياً في أكثر الأحيان). وهذا ما ساعد على تجريد مفاهيم جديدة أكثر عمومية وتجريداً.

سنرى في بادئ الأمر فكرة عن ثورة علمية كان من الممكن أن تستمر وتعطي أكلها، لولا أنها افتقرت إلى مفهوم هام سبق أن تحدثنا عنه، وهو مفهوم السرعة. ففي بعض الأمثلة التي سنوردها، سيجد القارئ ما يؤكد وجهة نظرنا في هذه المسألة، وسبب إلحاحنا عليها.

ولكي يكون القارئ على بيِّنة من أهمية الرموز التي تتآلف معها الآن في الرياضيات والفيزياء والكيمياء، ولكي يعرف مدى صعوبة تلقين المعلومات للآخرين في تلك الأزمنة الغابرة، أوردنا بعض الشروح بنصها القديم ذاته.

نموذج إرشادي للضوء:

ابن الهيثم، ديكارت، نيوتن

تعريف هؤلاء العلماء:

ابن الهيثم: هو أبو علي الحسن بن الهيثم (965 – 1039) ولد بالبصرة وتوفي في القاهرة. ألف كتابه في البصريات الذي دعاه *المناظر* في آخر حياته حين كان يعمل وراقاً ينسخ الكتب بالقرب من الجامع الأزهر.

سنيل: (Snellius أو يقال Snell de Roijen) (1591 – 1626) هولاندي، وإليه ينسب اكتشاف قانوني انعكاس الضوء وانكساره، كما ينسب هذا الاكتشاف إلى ديكارت.

ديكارت: رنيه ديكارت René Descartes (1596 – 1650) فيلسوف ورياضي وفيزيائي فرنسي. وضع أسس الهندسة التحليلية، وكان عسكرياً أيضاً. عمل فترة لدى ملكة هولاندة والسويد، صاحب منهج الشك، ويُعد أحد مؤسسي الفلسفة الحديثة:

نيوتن: اسحق نيوتن Isaak Newton (1642 – 1727). وُلد في لنكولن شاير، وتوفي في لندن، حيث دفن في كنيسة وستمنستر. ظل باحثاً يشغل كرسي الرياضيات والفيزياء. ثم عين في أواخر حياته مديراً لمركز صك النقود. يعد المؤسس الحقيقي للعلم الحديث. وضع مبادئ ميكانيك الأجسام الصلبة والسائلة التي لايزال يُعمل بها إلى الآن في المحيط الأرضي والسماوي. ووضع مبادئ حساب التفاضل والتكامل. واكتشف قانون الجاذبية الذي فسر به قوانين كبلر. كما أنه صاحب نظرية الإصدار في الضوء التي تقول إن الجسم المضيء يشع بإصدار جسيمات صغيرة. وقد فسر بهذه النظرية قانوني الانعكاس والانكسار. وسنرى أن هذه النظرية، يحتمل أن يكون قد استوحاها من أعمال ابن الهيثم.

بعض مفاهيم ابن الهيثم واعتباراته:

قبل أن نتحدث عن نظرية ابن الهيثم في انعكاس الضوء، لابد من التنويه إلى أن ابن الهيثم كان ميالاً لأن يرى الضوء ينتشر في مكان وزمان. بمعنى أن سرعة انتشار الضوء في المكان محدودة. فمن أقواله الدالة على ذلك: « إذا كان الثقب مستتراً، ثم رفع الساتر، فوصول الضوء من الثقب إلى الجسم المقابل ليس يكون إلا في زمان وإن كان خفياً عن الحس ».

ويمهد ابن الهيثم لنظريته في الانعكاس ببعض الاعتبارات والاصطلاحات:
يقول ابن الهيثم عن حركة الجسم تحت تأثير الثقالة فيما لو ترك وشأنه "الحركة الطبيعية"، وهذا جرياً على ماقال به أرسطو.

أما إذا تعرض الجسم لفعل فاعل، كقوة عضلية أو نحوها، فعندئذٍ يسمى حركته "حركة عرضية".

ويستعمل ابن الهيثم إلى جانب ذلك مفاهيم (أو بالأحرى مشاريع مفاهيم) لايحددها بدقة، وإنما يعتمد بها على حدس القارئ وبصيرته، وهي:

قوة الحركة: وهي كما نفهم من كلام ابن الهيثم مقدار كمي قابل للزيادة والنقص، وربما كان أقرب مفهوم يناظره حالياً هو "طاقة الحركة"

الممانعة: ويقصد بذلك خاصة الجسم في امتناعه على أن يُخترق من قبل جسم آخر يصطدم به، فيرده على أعقابه، وربما كان أقرب مفهوم يناظره حالياً "المرونة". وتختلف الممانعة باختلاف الأجسام، فالأجسام الصلبة كالصخر والحديد، ممانعتها أكبر من ممانعة الجص (الجبصين) أو الخشب وتكاد تنعدم الممانعة في الصوف والتراب.

قوة الممانعة: هي كما يفهم من كلام ابن الهيثم مقدار قابل للزيادة والنقص. وربما كان أقرب مفهوم مناظر لها الآن هو مايسميه نيوتن "معامل الارتداد" إذ

يقول ابن الهيثم: « يتبين من هذا الاعتبار (ويقصد تجربة رمي الكرة على حاجز صلب ثم ارتدادها عنه)، أن المتحرك على استقامة إذا لقي مانعا يمنعه من الحركة، فإنه يتحرك راجعا، وتكون قوة رجوعه بحسب قوة الحركة التي تحرك بها في الأول، وبحسب قوة المانع وامتناعه من الانفعال. ويكون وضع المسافة في الرجوع بحسب وضع المسافة التي يتحرك بها في الأول ». بمعنى أنك إذا تركت كرة صلبة (حديدية أو صخرية أو زجاجية من النوع الصلب المقاوم للكسر) تسقط على سطح صلب صقيل، حديد أو نحوه، ترتد الكرة. وتتوقف قوة حركتها في ارتدادها على قوة حركتها في سقوطها وعلي معامل يتعلق بالسطح والكرة، هو قوة الممانعة (معامل الارتداد). وغالبا تكون مسافة الرجوع أقل من مسافة السقوط، بمعنى أن الكرة لاترتد إلى علوها السابق، بل أقل. وهذا مايستدل منه على أن قوة الممانعة هي مقدار أقل من الواحد الصحيح. وإذا كانت الممانعة في أقصاها (أي أنها تساوي الواحد الصحيح بتعبيرنا الكمي الحالي)، فعندئذ يعبر عنها ابن الهيثم بقوله "الممانعة في الغاية"، فإن الجسم يرتد إلى العلو نفسه الذي سقط منه (أي أن نسبة كمية حركة الجسم بعد الاصطدام إلى كمية حركته قبل الاصطدام مباشرة هي واحد صحيح). وقد عبر ابن الهيثم عن ذلك في حالة الضوء: « فالضوء إذا لقي جسما صقيلا، فهو ينعكس عنه من أجل أنه يتحرك، ومن أجل أن الجسم الصقيل يمانعه. ويكون رجوعه في غاية القوة. لأن حركته في غاية القوة، ولأن الجسم الصقيل يمانعه ممانعة في الغاية ».

هنا نلاحظ أن عبارته "لأن حركته في غاية القوة" (والحديث عن الضوء)، يفهم منها أنها في حدها الأعظمي، فهل نستطيع أن نقول إن ابن الهيثم قد استشف حقيقة هامة من الحقائق التي اكتشفت في عصرنا الحاضر، وهي أن سرعة الضوء هي السرعة القصوى التي لا يمكن تجاوزها؟

أما قوله "لأن الجسم الصقيل يمانعه في الغاية" فلا يعني بحسب مقدماته، إلا شيئاً واحداً، وهو أن معامل الارتداد يساوي واحد صحيح.

ولايكتفي ابن اهيثم بذلك. بل يمهد لفكرة انعكاس الضوء بالحديث عن حركة الكرة. فإذا سقطت على السطح الأفقي الصقيل الصلب، في اتجاه عمودي عليه، فهي ترتد عنه في اتجاه هذا العمود إلى أعلى. وتكون مسافة ارتدادها إلى مسافة سقوطها بحسب قوة الممانعة (معامل الارتداد). فإذا كانت الممانعة في الغاية، ارتفعت الكرة إلى العلو الذي سقطت منه.

أما إذا قذفت الكرة على سطح شاقولي مثلاً، وبقوة (وابن الهيثم يقترح لأجل ذلك قذفها بوضعها في موضع سهم القوس الذي يستعمل لقذف الحصى، أو ماندعوه حالياً بـ / النقّيفة /). فإذا وجه الحصى باتجاه عمودي على السطح تماماً، فإنه يرتد في بدء ارتداده في اتجاه هذا العمود، ولكن الكرة تعود إلى السقوط بحكم حركتها الطبيعية (أي بتأثير الثقالة).

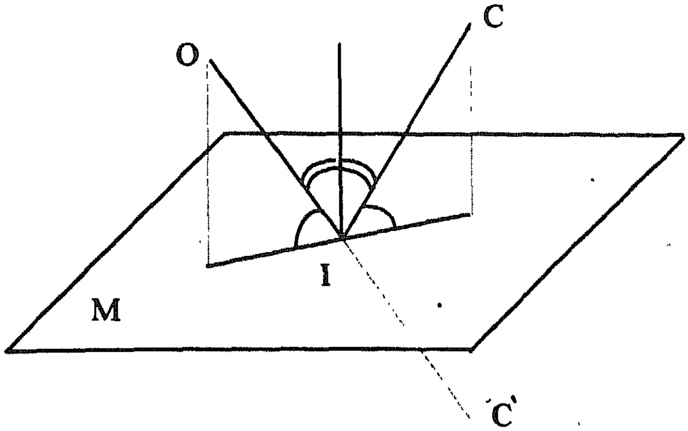
أما في حال الضوء، فلا تأثير للثقالة*. فإذا سقط الضوء على سطح صقيل، باتجاه عمودي عليه، ارتد في اتجاه العمود. وتكون حركته في غايتها لأن حركته أصلاً في غايتها، ولأن قوة الممانعة في غايتها.

نظرية ابن الهيثم في الانعكاس:

قبل أن نتحدث عن نظرية ابن الهيثم في الانعكاس، لابد من الإشارة إلى ماسبق لليونانيين أن اكتشفوه.

---

* والحقيقة أن لها تأثيرها بحسب النسبية العامة، ولكن هذا التأثير لايدرك أبداً بأدق آلات القياس المتوفرة أو ربما التي ستتوفر.



وجد اليونانيون أنه إذا وضع جسم C أمام مرآة مستوية M، فإن خيال C، وهو C` ، يدل الحس أنه مناظر لـ C بالنسبة لمستوي المرآة.

فإذا نظر امرؤ إلى الخيال C من نقطة O ، حسب أن هناك شعاعا يرد إلى عينه من الخيال C` (أو، بحسب زعم كثير من اليونانيين، أرسلت عينه شعاعا إلى C` .

فإذا كانت I هي نقطة التقاء الخط OC` مع سطح المرآة فإن هذا الشعاع الذي توهم الناظر أنه قادم من C` ، لايمكن أن يكون سوى انعكاس لشعاع ورد من C إلى I وانعكس عندها إلى أن وصل O. فمن تناظر C مع C` نجد أن الشعاعين CI (الوارد) و OI (المنعكس) يميلان بزاويتين متساويتين على مستوي المرآة، أي يصنعان زاويتين متساويتين مع العمود في I على المرآة (أي مع الناظم).

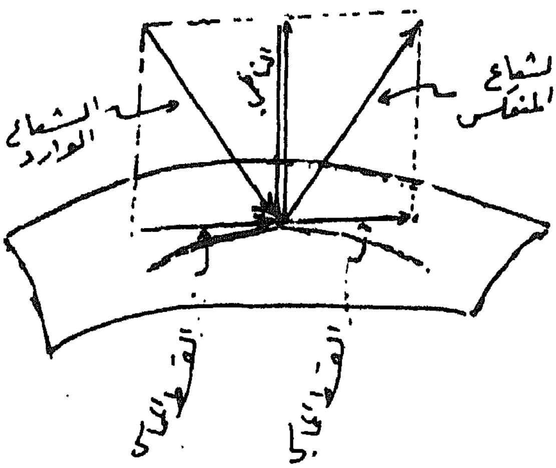
أما ابن الهيثم، فقد وجد أن ذلك غير كاف فيما لو كان لدينا سطح غير مستو، كسطح كرة مثلا أو اسطوانة أو غير ذلك من السطوح المنحنية.

هنا لجأ إلى نموذج الكرة الذي تحدثنا عنه، فشبه سقوط الضوء على سطح صقيل صلب بسقوط الكرة على سطح صقيل صلب، فرأى أن حركة الضوء عند السطح (أو مايسميه بالاعتماد) مكون من مركبتين، يسميهما قسطين، القسط

الأول عمودي على السطح، والقسط الثاني عمودي على هذا العمود (أي مماس للسطح) والقسط الأول العمودي على السطح هو الذي يلاقي ممانعة. ولما كانت الممانعة في غايتها (وقوة حركة الضوء في غايتها) لذلك تكون قوة حركته بعد الارتداد هي أيضا في غايتها، أي هي نفسها قبل الارتداد، ولكن في اتجاه معاكس.

أما القسط الثاني (المماس للسطح) فلا يلاقي ممانعة، لذلك تظل قوة الحركة فيه على حالها. وهكذا تعود الحركة المركبة من القسطين بعد الارتداد، أي بعد الانعكاس، مناظرة للحركة الأولى قبل الانعكاس فالشعاع الضوئي الوارد والشعاع المنعكس يقعان مع الناظم في مستو واحد عمودي على السطح (أي عمودي على المستوي المماس للسطح في نقطة الورود) ويميلان على الناظم بزاويتين متساويتين.

ولنستمع إليه هو نفسه يقول " وإذا كان الاعتماد مركبا من هاتين الحركتين، كانت الحركة التي تحدث من هذه الممانعة [أي الحركة المنعكسة] مركبة من الحركة على العمود القائم على سطح الجسم المانع في الجهة الخارجية من الجسم المانع، ومن الحركة نفسها التي كانت في جهة العمود القائم على هذا العمود الممتد في الجهة التي إليها الحركة.



وذلك لأن الاعتماد إذا كان مركبا من الحركتين المذكورتين كان القسط من هذا الاعتماد، الذي هو من الحركة على العمود النافذ في الجسم المانع، يبطل، من أجل

أن الجسم المانع هو من هذه الجهة ومانع للمتحرك من هذه الجهة. ويتولد من هذا القسط من الاعتماد، ومن ممانعة الجسم، لهذا القسط من الاعتماد حركة على العمود نفسه الذي عليه كان (هذا القسط) من الاعتماد، وفي الجهة من هذا العمود المقابلة لجهة الاعتماد. ويكون القسط الثاني من الاعتماد الذي هو من الحركة على العمود القائم على هذا العمود باقياً على حاله لم يبطل و لم يتولد منه حركة مضادة، لأن جهة هذا العمود [ويقصد المماس، أي العمود على العمود] ليس فيها مانع، وإذا كان هذا القسط باقياً، ويتولد من القسط الأول حركة على العمود القائم على سطح الجسم المانع في الجهة الخارجة من الجسم المانع، كانت الحركة الحادثة مركبة من الحركة على العمود القائم على سطح الجسم المانع ومن الحركة على العمود القائم على هذا العمود الممتد في الجهة التي إليها الحركة. وإذا كان ذلك كذلك، كان الخط الذي عليه حركة الانعكاس، فيما بين العمود القائم على سطح الجسم المانع وبين العمود القائم عليه اللذين من الحركتين عليهما تولدت حركة الانعكاس. ويكون بعد هذا الخط المائل من العمود الثاني كبعد الخط الذي عليه كانت تكون الحركة من هذا العمود، لو نفذ المتحرك على استقامة، لأن قسط هذا العمود من الحركة لم يبطل و لم ينقص و لم يزد. ويكون هذا الخط في السطح الذي فيه العمود، لأن الحركتين اللتين منهما تولدت هذه الحركة هما في هذا السطح. والحركة الأولى أيضاً هي في هذا السطح. وهذا السطح قائم على السطح المستوي المماس للسطح الصقيل على نقطة الالتقاء. لأن السطح المستوي المماس هو الذي يمتد فيه العمود الثاني. وإذا كان بعد هذا الخط عن العمود الثاني كبعد الخط المتصل بالخط الذي عليه كانت الحركة الأولى عن العمود الثاني، كان ميل هذا الخط عن العمود الأول القائم على سطح الجسم المانع، مساوياً لميل الخط الذي كانت الحركة الأولى عليه، عن هذا العمود ".

هنا تظهر عبقرية ابن الهيثم، ففي دراسته هذه تبرز جملة من المفـــاهيم (أو المعاني) التي كانت هي نقطة الانطلاق في فجر العلم الحديث، فعلاوة على فكــرة المرونة وتلميحه إلى ماندعوه الآن معامل الارتداد هناك مثال الفعل ورد الفعــــل، ومثال فكرة العطالة التي عبر عنها بأن الجسم الذي لايلاقي مانعـــاً (كالقســـط العمودي على العمود، أي المماس للسطح) يحافظ على حركته ما لم يمنعه مانع.

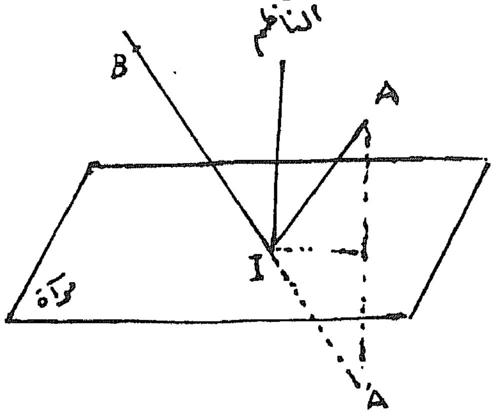
وهكذا نرى إذن كيف وجد ابن الهيثم نموذجاً إرشادياً استطاع به ضمـــن حدود مفاهيمه، أن يلقي ضوءاً على ظاهرة الانعكاس، إن لم نقل يفسرها تفســيراً عقلانياً كالذي نجده في النظريات الفيزيائية الحديثة. ولقد استفاد من تعميمه هـــذا (لنظرية الانعكاس) في حل مسألته الشهيرة.

مسألة ابن الهيثم:

إذا فرضت نقطتان حيثما اتفق أمام سطح عاكس، فكيف نعيّن على هـــذا السطح نقطة يكون الشعاع الضوئي الوارد إلى إحدى النقطتين المفروضتين منـــها، هو الشعاع المنعكس عن الشعاع الوارد إليها من النقطة المفروضة الأخرى.

ومن المعروف أن هذه النقطة المطلوب تعيينها تسمى " نقطة الانعكـــاس ". لن نتعرض لحل هذه المسألة لأن ذلك يحتاج إلى كتاب كامل، ولكننا نحيل القـارئ إلى كتاب مصطفى نظيف « الحسن بن الهيثم بحوثه وكشوفه البصريـــة » الجــزء الذي كرسه (أو يكاد) مصطفى نظيف لحلول ابن الهيثم لهذه المسألة في حـالات المرايا الكروية والاسطوانية والمخروطية المحدبة والمقعرة. أما في حالة المرايا المســتوية فالحل بسيط جداً: إذا كانت A و B النقطتين المفروضتين أمام المرآة المســتوية M، فإن نقطة الإنعكاس تتعين بأخذ نظير A بالنسبة لمستوي المرآة وليكن Á ثم نصــل Á إلى B فيقطع مستوي المرآة في نقطة I هي نقطة الإنعكاس لأن تناظر IÁ مـــع

I A يجعلهما في مستو واحد مــــع الناظم، ويجعل زاوية الورود مساوية لزاوية الانعكاس.



ومن بين من شـــغل هـــذه المســـألة اســـحق بـــارو Isaac Barraw. ومن المعروف أن بـــارو هذا كان مرشدا للعالم الكبير اسحق نيوتن، فاطلاع بارو على أعمال ابن الهيثم يثير الظن في أنه أطلـــع نيوتـــن علـــى «النموذج الإرشادي» الذي وجده ابن الهيثم للتوصل إلى نظريته في الانعكـــاس. وليس بمستبعد أبدا أن يكون نيوتن قد توصل إلى نظريته في الإصدار بإيحـــاء مـــن أحاديثه مع أستاذه ومرشده نيوتن حول ابن الهيثم.

ويمكن أن توحي هذه المسألة، بقضية هامة جدا وعامة جدا. فالمسألة الـــتي حللناها منذ قليل في حالة المستوي تظهر فورا أن الضوء يتبع أقصر الطرق.

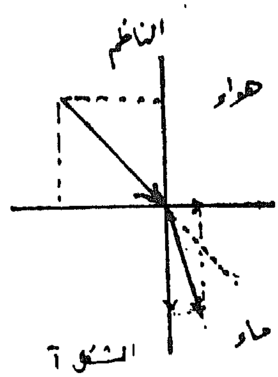
فإذا ما أضيف إلى ذلك دراسة الطريق الضوئي في الانكسار تبين أن هـــذه الخاصة تبقى صحيحة، وهكذا يمكن أن تكون مسألة ابن الهيثم قد أوحت بفكـــرة الطريق الضوئي المهمة جدا التي وجدها فيرما، والتي عبر عنها فيرما بـــأن الطريـــق الضوئي في أوساط مختلفة (أي تختلف قرينة انكسارها) هو أقصر (أو أعظم) الطرق.

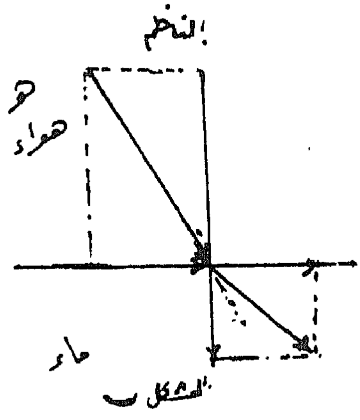
نظرية ابن الهيثم في انعطاف الضوء:

يرى ابن الهيثم أن الضوء ينفذ في الأجسام المشفة (التي نسميها نحـــن الآن "الشفافة"، وأن الأجسام مهما بلغت من الشفيف، فلابد أن فيها شيئا من الغلـــظ (يقصد أنها تعرقل الضوء، وتخفف من حركته)، لذلك يرى أنه إذا نفذ الضـــوء في

جسم مشف، فلابد أن يفقد شيئا من « قوة حركته » فإذا انتقل الضوء من وسط مشف إلى آخر مشف أيضا، وكان في الثاني غلظة أكثر من الأول، خفت سرعته.

فإذا سقط الضوء في اتجاه مائل على السطح كانت حركته مركبة من حركتين، واحدة عمودية على السطح، والثانية عمودية على هذا العمود (أي مماسة للسطح). ومن دون أن يشير إلى أن الضوء في اتجاه العمود تزيد سرعته أو تنقص، يلاحظ مباشرة أن سرعته المماسة للسطح تضعف، وبذلك ينحرف الضوء إلى جهة العمود. فهو في أغلب الظن فرض أن السرعة في اتجاه العمود لا تتغير، ولكنه لم يجرؤ على التصريح بذلك لأن لديه دلائل أخرى على أنها تضعف نتيجة الغلظة الزائدة في الوسط الثاني. لذلك ترك هذا الأمر مبهما، ثم توصل إلى النتيجة التي تدل عليها التجربة، وهي أن الضوء النافذ من الهواء في الماء ينحرف بعد نفاذه في الماء إلى جهة العمود (شكل آ). وهكذا ***خرج ابن الهيثم عن نموذجه الإرشادي الذي لجأ إليه في حالة الانعكاس***. وهنا نلجأ أيضا إلى الظن في أنه حين أراد المحافظة على نموذجه الأول، وجد أن الضوء ينحرف بعد نفاذه في الجسم الأغلظ إلى غير جهة العمود. لأن القسط العمودي على السطح هو الذي يضعف، أما المماسي الذي لا يلاقي عائقا فيظل على حاله. وهكذا ينحرف الشعاع النافذ مبتعدا عن العمود. وهكذا نرى أن ابن الهيثم لو كان حافظ على نموذجه لوصل إلى نتيجة تخالف مايثبته الواقع (شكل ب).





. وكان ابن الهيثم يرى أيضا أن الضوء إذا نفذ من جسم مشف إلى جسم مشف آخر ألطف منه، يزداد القسط الملامس للسطح، وبذلك ينحرف الضوء بعيدا عن العمود. وهو يدلل دائما على فكرته في تغير المركبة المماسية إلى أن السيف يصبح أقطع عندما يبتعد عن جهة العمود إلى جهة السطح الذي يضرب به. وهذا طبعا مثال لاعلاقة له في مسألة الضوء، لأن المركبة مماسية وليست نافذة في السطح إطلاقا. وهكذا تاه ابن الهيثم وابتعد عن جادة الصواب.

نموذج ابن الهيثم في الانعكاس يستمر:

ورد في موسوعة لاروس أن نموذج ابن الهيثم الإرشادي في الانعكاس، قد استمر حتى كبلر وديكارت. ونكرر قولنا بأنه ربما انتقل إلى نيوتن.

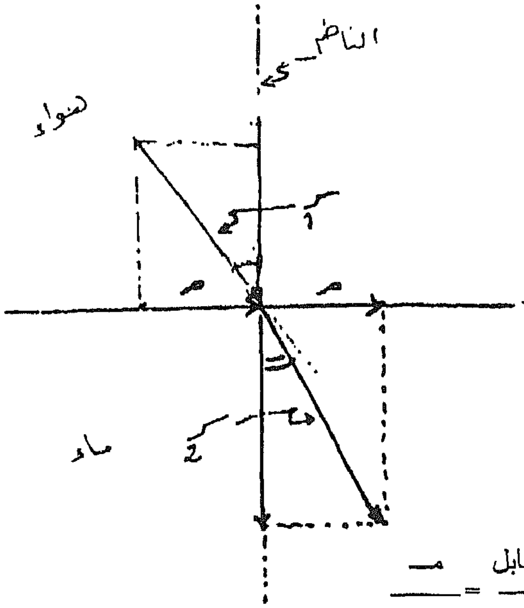
أما كبلر فقد أخذ بهذا النموذج في حالة الانعكاس. وفي حالة الانعطاف، لجأ إلى طريقته في الاستقراء، ودرس تغير زاوية الانعطاف أو ما نسميه حاليا (زاوية الانكسار) مع زاوية الورود تجريبيا، ووجد أن هذه النسبة ثابتة. ويبدو أنه أخذ زوايا صغيرة، لذلك حصل على هذه النتيجة. ولكنها غير صحيحة كما نعلم في حالة الزوايا الكبيرة.

أما ديكارت، وربما معاصره سنل، فقد اعتمد هذا النموذج في حالة الانعطاف. ولكن لم يقع تحت يدنا كتاب يبين كيف استفاد ديكارت من هذا النموذج. فبحسب علمنا أن ديكارت كان يحسب أن الضوء ينتشر آنيا، أي أن سرعته لا نهائية. فكيف إذن يمكن أن يستفيد من نموذج ابن الهيثم.

لقد لجأ على الأرجح إلى فكرة تفريق الحركة إلى مركبتين، مركبة مماسية لاتتغير لأنها لاتلقى ممانعة، ومركبة عمودية على السطح هي التي تتغير بنسبة ما. فحتى لو كانت سرعة الضوء لا نهائية، إلا أنها بعد نفاذها في الجسم المشف الثاني

تضعف أو تقوى بنسبة ثابتـــة.

ويجب ألا ننسى أن ديكارت لم تكن لديه فكرة التفريق والتمثيل بشعاع (أي بمتجهة على نحـــو ما نعرف الآن) واضحة وقـــد سبق وأشرنا إلى ذلك. ولكنـــه يعرف أن جيب زاوية حـــادة في مثلث قائم هو مقابلها علـــى الوتر. وهكذا تبين له أن:



$$\frac{\text{جيب زاوية الورود}}{\text{جيب زاوية الإنكسار}} = \frac{\frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{\text{مـ}}{\text{سر و}}}{\frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{\text{مـ}}{\text{سر}_2}} = \frac{\text{سر}_2}{\text{سر}_1}$$

وهذه النسبة في اعتباره ثابتة حتى ولو كانت السرعتان لانهائيتين.

وهكذا حصل على قانون الانكسار (أو الانعطاف)، وهو القانون الصحيح.

أما نيوتن فقد لجأ إلى هذا النموذج الذي كان يدعـــى ولا يـــزال نظريـــة الإصدار التي تقول إن الضوء مكون من جسيمات صغيرة. فبحسب هذا التصـــور يمكن أن يسير على غرار نموذج ابن الهيثم. وكان يعرف أن للضوء سرعة محـــدودة وإن كانت كبيرة. وهكذا تابع هذه الخطوات نفسها على رغم أنها تدل علـــى أن سرعة الضوء في الوسط « الأغلظ» أكبر من سرعته في الوسط « الألطـــف»، أو سرعة الضوء في الماء مثلا هي أكبر من سرعته في الهواء. وهذا أمر لا يعقل في حالة تصور الضوء جسيمات. ولكن نيوتن ظل يدافع عن نظريته حتى مماته وذلك لمـــا عرف عن عناده وتصميمه.

.وقد لجأ هويغنز (1629-1695) الذي عاصر نيوتن، إلى نموذج آخر للضوء وهو النموذج التموجي، واستطاع أن يتوصل إلى قانوني الانعكاس والانكسار (الانعطاف). ومع فرضه أن سرعة الضوء في الماء أقل مما هي في الهواء. وهكذا قام جدل بين أصحاب النموذج الأول والثاني، إلى أن طلع فرينل (1788-1827) ويونغ (1773-1829) بنموذج تموجي موجاته عرضانية وليست طولانية، وبيّنا كيف يتداخل الضوء وكيف ينعرج، وهذه كلها أثبتتها التجارب وهي تدل على خواص تموجية. وقد أتت تجربة قياس سرعة الضوء في الماء التي أثبتت بما لا يقبل الجدل طبيعة الضوء التموجية، إذ أثبتت أن سرعته في الماء أقل منها في الهواء. وبخاصة حين ثبت أن الضوء هو انتشار حقل كهرطيسي متموج. وقد ظل معمولا بهذه النظرة إلى أن أتت نظرية الكم فأعادت للضوء على يد أينشتين طبيعة جسيمية. وهكذا أعادت إلى النظرية الجسيمية شيئا من مكانتها، على الرغم من كل المشاكل التي تثيرها، وأصبح الضوء جسيمات وأمواج في وقت واحد.

ملاحظة وتعقيب:

نلاحظ أن مفاهيم ابن الهيثم المتعلقة بالحركة، هي مفاهيم غامضة. فحتى أبسط مفهوم في الحركة، وهو مفهوم السرعة، غير موجود لديه.

والأمر الثاني هو عدم تمسك ابن الهيثم بفكرته التي أوردها في نموذجه الإرشادي المتعلق بالانعكاس.

وهذان الأمران هما اللذان أعاقا ابن الهيثم عن التوصل إلى قانون الانعطاف.

حساب التكامل:

أرخميدس، ابن قرة وابن الهيثم، غاليليه، ليبنتز ونيوتن.

أرخميدس (287-212 ق.م): ولد ومات في سرقسطة. درس في الاسكندرية (التي كانت تحت حكم البطالمة)، تنسب إليه دراسة الرافعات، ومراكـــز الثقـــل، وتوازن القوى المتوازية، ومبدأ شهير في توازن السوائل، وقد حسب محيط الدائـــرة ومساحتها، وسطح الكرة وحجمها وحجم قطعة منها، ومساحة قطعة من قطـــع مكافىء والحجم المتولد من دوران القطع المكافىء حول محوره.

ثابت بن قرة (826-901): ولد في حران وتوفي في بغداد، صابئي الديانـــة، كان في بداية أمره صيرفيا. ثم انتقل إلى بغداد حيث أصبح من المقربين إلى الخليفـــة العباسي المعتضد بالله. ينسب إليه عدد من الأعمال، أهمها دستور يعطي صنفا مـــن الأعداد المتحابة، ودستور يعطي مساحة قطعة من قطع مكافىء والحجم المتولد مـــن دورانها حول محورها (وهذا ما فعله أرخميدس، إلا أن أهميته هنا تنبع من المنـــــهج الذي اتبعه في هذا الحساب)، كان يتقن العربية والسريانية واليونانيـــة والعبريـــة. ترجم كتاب بطليموس « المجسطي ».

غاليليه (1564-1642): إيطالي. وضع الصيغـــة النهائيـــة لمبـــدأ النســـبية (العطالة)، اكتشف قانون سقوط الأجسام والخاصة الأساسية للنـــواس. وابتكـــر منظارا يسمى باسمه، وقد اكتشف به أقمار المشتري الأربعة الأولى.

ليبنتز فيلسوف ألماني (1646-1716): اكتشف هو ونيوتن في وقت واحـــد حساب التفاضل.

1- تمهيد: حساب مجموع متتالية:

من المعروف عن اليونانيين أنهم شغلوا بنظرية الأعداد وحسبوا مجموع بعض المتتاليات العددية. وكانوا يلجؤون في ذلك إلى صورة هندسية كالمثلث والمربع وما إلى ذلك. فحسبوا مجموع n حدا الأولى من متوالية الأعداد الطبيعية، باســـتخدام الأعداد المثلثية:

$$1 + 2 + \ldots + n = \frac{n(n+1)}{2}$$

وربما حسبوا مجموع مربعات الأعداد الطبيعية الأولى حتى العدد n باستخدام مكعب أو هرم : $1^2 + 2^2 + \ldots + n^2 = \frac{1}{6} n(n+1)(2n+1)$.

كما حسبوا مجموع الأعداد التي كانوا يسمونها كثيرة الزوايا ويضعونها على رؤوس مضلع منتظم. وكانت الصورة الهندسية تساعد كثيرا على حساب مجموع متتاليات عددية معقدة.

وقد عرفت هذه المتتاليات عند الرومان والصينيين والهنود والعرب. وقد تصدى لها ثابت بن قرة، والحسن بن الهيثم والسموأل المغربي، والكاشي وغيرهم. ومن جملة ما حسبوه، مجموع الأعداد الفردية الأولى حتى الفردي $(2n - 1)$ وحسبوا كذلك مجموع مكعبات الأعداد الأولى:

$$\sum_{k=1}^{n}(2k-1) = 1 + 3 + 5 + \ldots + 2n - 1 = n^2$$

$$\sum_{k=1}^{n} k^2 = 1^2 + 2^2 + \ldots + n^2 = \frac{1}{6} n(n+1)(2n+1)$$

$$\sum_{k=1}^{n} k(k+1) = 1.2 + 2.3 + 3.4 + \ldots + n(n+1) = \frac{1}{3} n(n+1)(n+2)$$

وحسبوا كذلك مجموع مكعبات الأعداد الأولى: $\sum_{k=1}^{n} k^3$ وكذلك $\sum_{k=1}^{n} k^4$ وهكذا

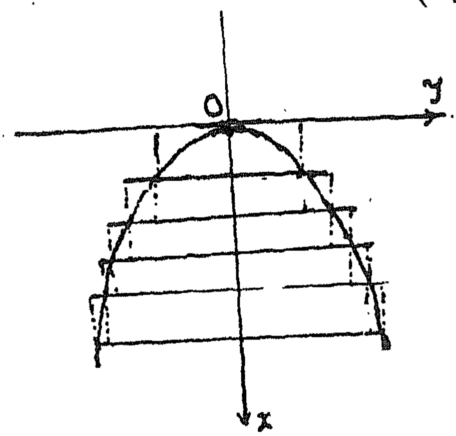
2- أرخميدس:

حسب أرخميدس حجم قطعة من قطع مكافىء دوراني بأن جزأ ارتفاعها OB إلى n جزءا متساوية. ورسم اسطوانات داخلية وخارجية (وقد سبق أن استخدمت هذه الطريقة في حساب حجم الهرم) ثم استفاد من علاقة معروفة، وهي أنه إذا كان محور القطع هو ox، والمماس في الذروة oy فلدينا علاقة معروفة:

$y^2 = q^2 x$.

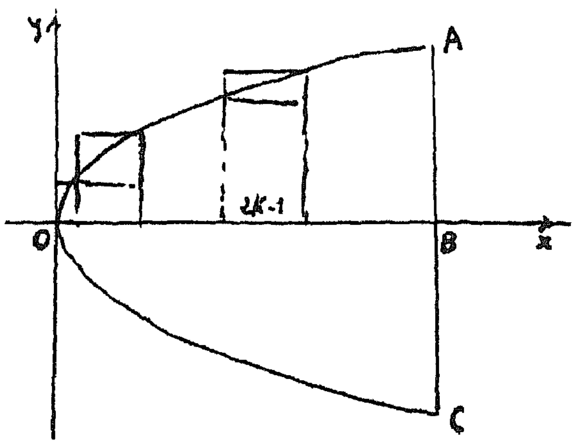
حيث q ثابت (q^2 هو ضعف الوسيط).

وهذا ما سهل عليه حساباته.



كما حسب أرخميدس مساحة قطعة من قطع مكافئ، ولكن بطريقة مغايرة وتعتمد على تجزئة القطعة إلى مثلثات. وهذا لا يفيدنا كثيراً في التمهيد لفكرة التكامل.

3 – ابن قرة:



حسب ابن قرة حجم قطعة من قطع مكافئ دوراني، وكذلك مساحة قطعة من قطع مكافئ بطريقة مغايرة لطريقة أرخميدس. وهي ربما كانت موحية أكثر لفكرة التكامل (باعتباره مجموع أجزاء). فقد قسم ابن قرة القطعة OB إلى أقسام غير متساوية متناسبة مع الأعداد الفردية

$1, 3, 5, \ldots\ldots, 2n-1$.

وهكذا يمكن اعتبار القسم الأول مؤلفاً من جزء واحد. فيكون الثاني مؤلفاً من ثلاثة أجزاء، والثالث من خمسة وهكذا حتى القسم الأخير المكون من $2n-1$

جزءاً. فعدد أجزاء OB هي:

$$1 + 3 + 5 + \ldots + 2n - 1 = n^2$$

فإذا كان $a^2 = OB$ (طول معلوم)، يكون الجزء الواحد يساوي $\frac{a^2}{n^2}$.

وكما فعل أرخميدس، اعتبر ثابت بن قرة كل قسم من الأقسام قاعدة لمستطيل ارتفاعه هو طول العمود المأخوذ من نهاية القسم حتى القطع المكافئ (انظر الشكل). وعند حساب مساحات هذه المستطيلات (الخارجية) ثم جمعها، نحصل على المجموع:

$$q\frac{a^3}{n^3}[1.1 + 3.2 + 5.3 + \ldots + (2n-1)n] = q\frac{a^3}{n^3}\sum_{k=1}^{n}(2k-1)\,k$$

وعند حساب مجموع مساحات المستطيلات الداخلية، نجد أنه يساوي:

$$q\frac{a^3}{n^3}[3.1 + 5.2 + \ldots + (2n-1)(n-1)] = q\frac{a^3}{n^3}\sum_{k=1}^{n}(2k-1)\,(k-1)$$

لأن المستطيل الذي رقمه k منشأ على القسم الذي رقمه k، وهذا القسم طوله $\frac{a^2}{n^2}(2k-1)$. أما ارتفاع المستطيل الخارجي المنشأ على هذا القسم، فهو ترتيب نهايته الذي يعطى من العلاقة $y^2 = q^2x$. حيث x هي مجموع أقسام OB حتى القسم الذي رقمه k بما فيها هذا القسم، (ومن دونه بالنسبة للمستطيل الداخلي). وسنكتفي بحساب المستطيل الخارجي. إذن:

$$x = \frac{a^2}{n^2} + 3\frac{a^2}{n^2} + \ldots + (2k-1)\frac{a^2}{n^2} =$$

$$\frac{a^2}{n^2}[(1 + 3 + \ldots + (2k-1))] = \frac{a^2}{n^2}k^2$$

ومن معادلة القطع نجد بعد التعويض عن x بالقيمة أعلاه أن:

$$y = q\frac{a}{n}k$$

فمساحة المستطيل الخارجي الذي رقمه k هي:

$$(2k-1)\frac{a^2}{n^2}.\frac{qa}{n}k = q\frac{a^3}{n^3}k(2k-1)$$

إذن مجموع المستطيلات الخارجية كلها يساوي:

$$q\frac{a^3}{n^3}\sum_{k=1}^{n}k(2k-1) = q\frac{a^3}{n^3}[2\sum_{k=1}^{n}k^2 - \sum_{k=1}^{n}k]$$

وبعد التعويض عن $\sum_{k=1}^{n}k^2$ و $\sum_{k}^{n}k$ بحسب ماسبق نجد أن مجموع المستطيلات الخارجية يساوي:

$$q\frac{a^3}{n^3}.\frac{1}{6}\ n(n+1)(4n-1)$$

وبالطريقة نفسها نجد أن مجموع المستطيلات الداخلية يساوي:

$$q\frac{a^3}{n^3}.\frac{1}{3}(2n^2-6n-2)$$

(لقد اتبعنا طريقة عصرية في الحساب. ولاندري كيف حسب ابن قرة نهايات هذ العبارات لأن مالدينا يكتفي بذكر المبدأ الذي اعتمد عليه، وهذه الطريقة نفسها اتبعها ابن الهيثم في حساب الحجوم).

ويمكن للقارىء أن يتأكد أن مجموع المستطيلات الداخلية ومجموع المستطيلات الخارجية ينتهيان إلى نهاية واحدة تساوي:

$$\frac{2}{3}qa^3 = \frac{2}{3}qa.a^2 = \frac{2}{3}\overline{BA}.\overline{OB}$$

إذاً مساحة نصف القطعة تساوي ثلثي مساحة المستطيل المنشأ على OB، BA، أو مساحة القطعة كلها تساوي ثلثي مساحة المستطيل المنشأ على AC وطوله OB.

وهكذا نجد أن هذا المثال، هو نموذج جيد للمبتدئين في دراسة التكامل المحدود لكي يكونوا على يقين ومن خلال الممارسة أن التكامل المحدود في أصله

هو مجموع أجزاء كما بدىء بتعريفه، بل إن هذا المثال أعطى ثقة بأن طريقة تجزئة OB أجزاء متساوية أو غير متساوية غير مهم، بل المهم هو أن ينتهي عدد هذه الأجزاء إلى اللانهاية وأن ينتهي كل منها إلى الصفر.

نيوتن وليبنتز:

لم يلجأ هذان العالمان إلى هذه الطريقة في حساب التكامل المحدود، لأن تعريف التكامل المحدود بصورة مجموع جاء متأخراً، أما نيوتن و ليبنتز فقد انطلقا من تعريف المشتق وحساب التكامل باعتباره تابعاً أصلياً، ولكن كوشي في القرن التاسع عشر، لاحظ أمراً هاماً يتعلق بالتابع الأصلي والمشتق، ورأى من غير المناسب تعريف التكامل كتابع أصلي واستبدل به تعريف التكامل كمجموع أجزاء على طريقة أرخميدس وابن قرة وابن الهيثم الذي حسب الحجم المتولد من قطعة من قطع مكافئ حول وترها وليس حول محورها، وبطريقة مشابهة لطريقة ثابت بن قرة.

غاليليه وسقوط الأجسام:

كان غاليليه يملك بصيرة نافذة. فقد وجد ببصيرته أنه من غير الصحيح أن الأجسام الثقيلة تسقط على الأرض بسرعة أكبر من الأجسام الخفيفة. وقد استطاع أن يثبت ذلك بتجارب مختلفة ربما كانت إحداها تجربة إسقاط أجسام مختلفة من أعلى دور في برج بيزا المائل.

كما أن بصيرة غاليليه دلته على أن الأجسام تسقط بحركة متسارعة بانتظام، بمعنى أن سرعة سقوط جسم ما تزداد زيادات متساوية في أزمنة متساوية، أي تزداد في كل ثانية بمقدار ثابت سماه التسارع. ولنفرض أنه g. فإذا بدأ هذا الجسم السقوط من السكون (أفلت من يد أحدهم مثلاً)، تصبح سرعته بعد ثانية:

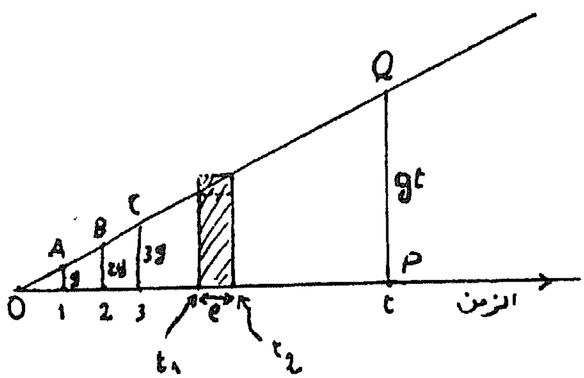
$O + g = g$

وبعد ثانية أخرى تصبح: $g + g = 2g$.

وبعد ثانية ثالثة تصبح: $2g + g = 3g$.

إذن تصبح سرعة هذا الجسم بعد t ثانية: $v = gt$ (السرعة).

هنا وصل غاليليه إلى السؤال الأهم: ما هي المسافة التي قطعها المتحرك في سقوطه خلال هذه المدة t؟



ولكي يجيب غاليليه عن هذا السؤال لجأ إلى حيلة بارعة، لأنه لم يكن يعرف المشتقات والتوابع الأصلية:

فقد تصور أن الزمن (الثواني) ممثل على مستقيم OX كما في الشكل، وأن السرعة ممثلة بأطوال عمودية على خط الزمن. ومن الواضح أن غاليليه فعل ذلك لأنه يعرف مسبقاً أن النقط...,C,. B , A (التي حصل عليها بأخذ أطوال الأعمدة على الترتيب... g , 2g , 3g ,). واقعة على مستقيم واحد يميل على OX بزاوية ظلها: $\frac{g}{1} = \frac{2g}{2} = \frac{3g}{3} = ... = g$

وهكذا عاد غاليليه إلى سؤاله: ما هي المسافة التي قطعها المتحرك بعد مدة t من سقوطه؟

إن غاليليه مدرك أن (المسافة تساوي السرعة × الزمن) ولكن السرعة هنا تتغير في كل لحظة. إذن لم يكن أمامه إلا أن يلجأ إلى تقسيم الزمن إلى أجزاء

صغيرة مثل الجزء (e) الممثل على الشكل. والغرض من ذلك واضح (مثلما كان واضحاً لأرخميدس وابن قرة والحسن بن الهيثم)، وهو أنه يحصل على مستطيل ضيق بحيث، أن السرعة بين الزمنين t_1 , t_2 لا تتغير كثيراً فيما لو أخذ $t_2 - t_1 = e$ صغيراً. وبذلك يصح أن يحسب المسافة التي يقطعها الجسم الساقط خلال هذه المدة e بضرب السرعة gt_1 (أو gt_2) في e ومن الواضح أن هذا الجداء بالنسبة للشكل هو مساحة المستطيل الصغير المظلل الداخلي (أو الخارجي). فإذا جمعت مساحات المستطيلات المماثلة، حصلنا على مجموع المسافات الصغيرة التي قطعها المتحرك، أي حصلنا على المسافة كلها التي قطعها في الزمن t. ولكن مجموع المستطيلات المماثلة (مثلما كان الأمر في الأمثلة السابقة) هو مساحة المثلث القائم OPQ (حيث $OP = t$) و $PQ = gt$.

فالمسافة التي قطعها الجسم الساقط في المدة t هي مساحة المثلث OPQ وتساوي: $\frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}t.gt$.

وحين وصل غاليليه إلى قانونه هذا، بدأ القيام بتجارب مختلفة للتأكد من صحة ما وصل إليه.

فغاليليه لم يتوصل إلى نتيجته بالتجربة، بل بالبصيرة ثم أثبت صحتها بالتجربة، التي أصبح بالإمكان وضع منهاج محدد وواضح لأجلها. وهذا ما فعله ابن الهيثم بالنسبة للانعكاس، ولكن بصيرته لم تسعفه بالنسبة للانعطاف (أي الانكسار). وعلى الرغم من أنه صَنع آلة لإجراء تجارب على الانعطاف، إلا أن كل ما اهتدى إليه بعد هذه التجارب هو أن زاوية الانعطاف تزداد كلما ازدادت زاوية الورود. وهكذا نرى أن الفرضية ليست مفيدة فحسب بل يكاد يكون من غير الممكن الاستغناء عنها، وإلا تركنا أمورنا للمصادفة وحدها، وهذا ما لايمكن أن يرضى عنه من يملك عقلاً يفكر ويتبصر.

ونعود الآن إلى مثالنا راجين من القارئ المطلع أن يتذكر تعريف التكامل المحدود، لأن كل المحاولات التي عرضناها ليست سوى محاولات ممهدة استقرئ منها في النتيجة مفهوم التكامل المحدود. ونخص منها مثال ثابت بن قرة الذي قسم المجال إلى أقسام غير متساوية يتناهى عددها إلى اللانهاية، وينتهي كل منها إلى الصفر. فهذا المثال يعطي دفعة للإقدام على تعريف التكامل المحدود بصفته مجموع متتالية غير متناهية تتناهى حدودها إلى الصفر ولكن مجموعها ينتهي في النتيجة إلى نهاية محددة تصلح لأن تكوّن مفهوماً قائماً بذاته هو مفهوم التكامل المحدود.

تحليل الصغائر:

البيروني، شرف الدين الطوسي، فيرما....

البيروني: محمد بن أحمد البيروني (973-1048). كان يجيد السريانية والسنسكريتية والفارسية والعبرية إضافة إلى العربية. عاش في الهند مدة طويلة وألف عنها كتاباً مرجعاً، فقد كان موسوعياً، كتب في الفيزياء والفلك والرياضيات، والديانات وفي أمور كثيرة.

شرف الدين الطوسي: من علماء القرن الثاني عشر الميلادي. تنقل بين بلده طوس* والموصل وهمذان وحلب ودمشق، وله في كل من هذه المدن تلاميذ.

فيرما. بيير دي فيرما (1601-1665): رياضي فرنسي، ينسب إليه أول حساب في التفاضل لتعيين المماس والنهايات الحدية. صاحب مبدأ فيزيائي مشهور في الطريق الضوئي ويعد مع باسكال أول من ابتدع حساب الاحتمالات. وهو ذو موهبة فذة في نظرية الأعداد. أما عمله الأساسي فهو محام ثم مستشار. وكان العمل في الرياضيات والفيزياء هواية.

....

* تقع طوس حالياً في المنطقة الشمالية الشرقية من إيران بالقرب من نيسابور.

لقد جرت العادة في كتب تاريخ الرياضيات أن ترجع بدايات تحليل الصغائر إلى ديكارت وفيرما عند بحثهما عن النهايات الحدية العظمى والصغرى والمماس في نقطة من منحن. ونادراً ما كان يبحث عنها عند اليونانيين أمثال أودوكس وأرخميدس إلا على سبيل الشطط وتقدير الأمور بأكثر مما تحتمل، أما دراسات زينون ومفارقاته، فكان الغرض منها فلسفياً لا رياضياً. أما اليوم، فلم يعد ثمة شك في أن بدايات هذا التحليل تعود إلى الأعمال التي تمت في ظل الحضارة العربية الإسلامية وفي الهند منذ بدايات القرن التاسع الميلادي (أو حتى ما قبله)، إذ تطور هذا التحليل في المناطق المذكورة إلى مدى يستحق معه أن يعد بحق بداية أولى لما تم بعدئذ في عصر النهضة الأوربية وما تلاه. و لم يكن تطوره طبعاً على شكل نظرية مستقلة، وإنما على شكل منهج اتبع عفوياً في هذا المجال أو ذاك دون أن يأخذ شكل مبحث عام قائم بذاته. إذ دلت الأبحاث الجارية حالياً في تاريخ الرياضيات، على أن تحليل الصغاير قد ورد في مجالين هامين على الأقل، أولهما هو وضع الجداول المثلثية، والثاني هو إيجاد حل عددي للمعادلة من الدرجة الثالثة. وسنعرض لذلك بشيء من الإيجاز نرجو أن نوفق فيه في إعطاء صورة واضحة ودقيقة إلى حد ما عن أهمية ما أنجز في هذا الميدان. ولكن هذا لا يعني أن نستغني نهائياً عن المعادلات والدساتير. إذ لو فعلنا لما قدمنا شيئاً على الإطلاق. في حين أن ما أنجز في هذا الموضوع وفي الجبر الحسابي عامة، يستحق أكثر من مجرد الوصف، إنه فعلاً نقلة نوعية كانت تستحق أن تعد مرحلة بارزة في تاريخ تطور الرياضيات لو أنّها ذاعت بين فئة المشتغلين في هذا الميدان وتعمقت على أيديهم.

ولقد ساعد على هذا التطور في الشرق جملة من العوامل نذكر منها هنا عاملين لم يتوفرا لليونانيين. أولهما سهولة إجراء العمليات الحسابية في نظام العدد الهندي العشري، ولا سيما في طريقة كتابته بعد أن شاع استعمال الصفر. فقد

ساعد هذا الأمر كثيراً على الاستغناء شيئاً فشيئاً عن الصور الحسية الهندسية وتخيل أعداد في غاية الصغر، أو بالعكس في غاية الكبر، مما أعطى فرصة لتصور أولي للعدد الحقيقي ولِلاّمتناهيات في الصغر وللامتناهيات في الكبر. بل لربما كانت كتابة الأعداد بالطريقة الهندية (أي بإعطائها أهمية للمرتبة)، هي التي ساعدت على تصور الكسور العشرية التي نجد بداياتِها عند الإقليدسي (في أواسط القرن العاشر الميلادي). كما أن أعمال الكرجي في الفترة نفسها تقريباً ساعدت على ذلك، بعد أن تطور الجبر وتداخل مع الحساب. الأمر الذي يصفه الدكتور رشدي راشد « تطبيق الحساب على الجبر ». وقد اتضح ذلك أكثر ما اتضح بعد أن تطور الحساب تطوراً كبيراً إبان الفترة السابقة لأواخر القرن العاشر على أيدي الخوارزمي وثابت بن قرة وأبو الحسن الإقليدسي وأبو الوفاء البوزجاني والكرجي وغيرهم...، وهكذا تضافر تطور مجالي الجبر والحساب، إلى أن بلغ عند السموأل المغربي (القرن الثاني عشر) حداً متطوراً جداً. فقد أدرك السموأل أن الجبر ليس مجرد حل معادلات من الدرجة الأولى والثانية والثالثة....، بل هناك شيء مهم آخر هو الحسابات الجبرية التي يقول فيها السموأل « هي التصرف في المجهولات بجميع الأدوات الحسابية، كما يتصرف الحاسب في المعلومات، والتزامنا البراهين الجبرية على جميع قضاياه ». ونجد في كتاب الباهر للسموأل المغربي حسابات على الجبر توحي بأن لديه فكرة كثيرات الحدود كفراغ شعاعي وإن لم يذكر ذلك صراحة طبعاً. فكان لذلك أثر مهم في كتابة أي عدد على شكل مجموع أمثال لقوى العشرة، بل لقد انتبه السموأل إلى إمكان كتابة أي جذر بعدد عشري غير منته، أو لا حدود للتقريب فيه، بل يمكن تقريب أي عدد أصم إلى أي درجة من التقريب. وهذا أصل فكرة العدد الحقيقي، ويمكن للقارئ أن يجد تفصيلاً لذلك في مقالة الدكتور رشدي راشد « تاريخ الجبر والكسور العشرية » المنشور في

«أبحاث الندوة العالمية لتاريخ العلوم عند العرب 1977». ونحن نعلم الآن أن الكسوز العشرية وضعت في صيغتها المتداولة حالياً تقريباً عند جمشيد الكاشي في القرن الخامس عشر.

ونعود إلى العامل الثاني الذي أدى إلى الاهتمام بدقة الحساب، ألا وهو العامل الخاص بالعالم الإسلامي الذي كان اهتمامه بالفلك الوصفي ليس نابعاً من حب الاطلاع والفضول العلمي فحسب، بل لارتباط الديانة الإسلامية بأمور التوقيت ومعرفة سمت القبلة. الأمر الذي دفع المسلمين إلى البحث عن طرق أكثر دقة في وضع الجداول المثلثية، بل لربما في وضع علم المثلثات، لأن ما ورثوه عن اليونانيين كان حساب وتر القوس. أما المسلمون، فقد استغنوا بعد البتاني (المتوفى 929م) عن ذلك بالجيب.وبذلك بدأ علم المثلثات كما نعرفه اليوم. وقد حسبت النسب المثلثية بدقة تدعو للعجب فعلاً بالنسبة لذلك العصر.

ولما كان وضع هذه الجداول يتطلب معرفة، ليس فحسب بالحسابات الهندسية، لأن الوصول إلى النسب المثلثية للزوايا الشهيرة، مثل30°، 60°، أو حتى 15°،36°...إلخ، لا يحتاج إلى أكثر من حساب الجذور التربيعية بشيء من الدقة. وهذا ما كانت وسائله متوافرة لديهم. وإن المرء ليعجب كيف كانت تحسب مثل هذه القيم باستخدام دساتير كلامية بحتة (من دون رموز). وسنرى بعد قليل نموذجاً لهذه الدساتير لكي نتبين مدى صعوبتها. ولكن الأهم من ذلك كله هو تقدير النسب المثلثية للزوايا التي تقع بين زاويتين الفرق بينهما درجة واحدة مثلاً أو خمس عشرة دقيقة قوسية. لقد لجؤوا في هذه الحالة إلى قاعدة يسميها الدكتور إدوار س. كنيدي (الأستاذ في الجامعة الأميركية في بيروت سابقاً) قاعدة الاستكمال من المرتبة الأولى. ولم يكن الوصول إلى هذه القاعدة صعباً لمن يملك حدساً رياضياً. فكل من ألف الممارسة الحسابية يدرك (ولنتحدث بلغة العصر)

أن تغير الدالة $x \to y = f(x)$ (القابلة للاشتقاق) يتغير خطياً بالنسبة لتغير المتحول عندما يكون هذا الأخير صغيراً بما يكفي (الكفاية يقدرها الحاسب). وهذه القاعدة طبعاً، هي الأصل الحدسي الذي يعطينا في النتيجة ما يعرف في الرياضيات بنظرية التزايدات المحدودة:

$$f(x) - f(x_\circ) = (x - x_\circ)\ f'(c) \quad \text{حيث} \quad x_\circ < c < x$$

ولكي لا يفاجأ القارىء بالحديث عن المشتق $f'(c)$ بالنسبة لذلك العصر – العصر الوسيط – لذلك سنضع الصيغة التي استعمل فيها قانون الاستكمال الخطي في أيام البيروني (973-1051):

القاعدة:

ليكن d الفرق بين أي زاويتين متتاليتين في جدول النسب المثلثية، كأن يعطي الجدول النسب المثلثية للزوايا التي تختلف درجة فدرجة. فعندئذ $(d = 1°)$، ولنفرض أن x_1 زاوية ما من الزوايا المذكورة في الجدول، وأن x_2 هي الزاوية التي تليها مباشرة (أي $x_2 - x_1 = d$). ولنفرض أن قيمة النسبة المثلثية للزاوية الأولى هي y_1، وقيمة هذه النسبة للزاوية الثانية هي (y_2). فلإيجاد قيمة هذه النسبة y للزاوية x المحصورة بين هاتين الزاويتين (حيث x تزيد عن x_1 بمقدار $O < \Delta x < d$). فقد طبق البيروني دستورا يمكن أن نعبر عنه بلغة الرموز بالصورة التالية:

$$y = y_1 + \frac{x - x_1}{d}(y_2 - y_1) \qquad (1)$$

وفي هذا الدستور، كما نلاحظ، لا تبرز النسبة $\frac{y_2 - y_1}{d}$ التي تنتهي إلى المشتق عندما تنتهي d إلى الصفر (مقدرة قيمتها بالراديان). وهذا أمر سنقف عنده فيما بعد.

تعديل البيروني لهذه القاعدة:

غير أن البيروني كان يعلم أن هذا التناسب لا يعطي نتيجة صحيحة (لأن العلاقة بين تغير النسبة المثلثية y وتغير الزاوية x ليست علاقة متآلفة). لذلك لم يكتف بقاعدة الاستكمال الخطي، بل طبق هذه القاعدة ذاتها مرة ثانية على تغير الدالة $\Delta y = y_2 - y_1$، ولكنه كعادة الشرقيين في أغلب الأحيان، يذكر القاعدة من دون برهان، معتمداً على البصيرة. فكانت القاعدة على لسان البيروني نفسه، مع الملاحظة أن d عنده هي خمس عشرة دقيقة، أي ربع الدرجة:

« متى أخذنا الجيب [y_1] الذي بحيال أقرب قوس [x_1] في سطر العدد إلى ما معنا [x] وحفظناه، وأخذنا الفضل [$\Delta_2 y$ وهو الفرق بين y_1 و y_2] الذي يقابل الموجود في جدول الفضول، والفضل الذي فوقه [$\Delta_1 y$ وهو الفرق بين y_0 و y_1] وهو السابق، ثم ضربنا الفضل بين هذين الفضلين [$\Delta^2 y = \Delta_2 y - \Delta_1 y$] المأخوذين فيما بقي معنا من القوس ($x-x_1$) ثم في أربع دقائق* [$\frac{1}{d}$] ونقصنا ما اجتمع من السابق [أي من $\Delta_1 y$، لأن $\Delta^2 y$ سالب، بمعنى أن $\Delta_2 y$ أصغر من $\Delta_1 y$، والبيروني لا يستعمل العدد السالب]، وضربنا في بقية القوس [$x-x_1$] أيضاً، ثم في أربع دقائق أبدا، و زدنا المبلغ [أي الناتج النهائي] على الجيب المأخوذ الذي حفظناه [أي y_1] فيكون المجتمع عندئذ هو الجيب المدقق المطلوب للقوس [x] ».

وبلغة العصر:
$$y = y_1 + \frac{x - x_1}{d}\left(\Delta_1 y + \frac{x - x_1}{d}\Delta^2 y\right) \qquad (2)$$

---

* لابد من الإشارة إلى أن كل ما وضع بين قوسين [ ] هو من عندنا للإيضاح. أما قوله أربع دقائق، فهو صحيح من الناحية العددية (أي الضرب بـ 4) ولكنها ليست دقائق وإنما المقصود هو تحويل الدقائق 15 إلى درجات، ولما كانت 15 دقيقة تعادل $\frac{1}{4}$ درجة إذن $\frac{1}{d} = 4$ (وهذا صحيح عدديا، ولكن العدد 4 ليس دقائق).

وهذه العبارة، يمكن أن نكتبها بصيغة أخرى لكي نقربها من دستور معروف، وهو دستور تيلر:

$$y = y_1 + (x - x_1)\frac{\Delta_1 y}{d} + (x - x_1)^2 \frac{\Delta^2 y}{d^2}$$

حيث نلاحظ أن $\frac{\Delta_1 y}{d}$ و $\frac{\Delta^2 y}{d^2}$ هما قيمتان تقريبيتان للمشتق الأول والثاني للدالةy في حال الزوايا مقدرة بالردايان. فالصيغة أعلاه هي أقرب إلى دستور تيلر مكتفين فيه بالحدود الثلاثة الأولى، ما عدا أن $(x-x_1)^2$ كان يجب أن يكون مقسوماً على 2. وهكذا ينكشف خطأ البيروني.

لقد ظن أنه يحصل بذلك على دقة أكبر مما لو اكتفى بالقاعدة الأولى، وهذا واضح من قوله « هو الجيب المدقق المطلوب للقوس ». ولكنه أخطأ في ظنه أن Δy يرتبط مع Δx على المجالات الصغيرة، بعلاقة بسيطة، أي كما فعل في البدء مع y. في حين أن Δy هي دالة تابعه لمتغيرين هما x و Δx، والعلاقة أعقد مما تصوره البيروني.

وربما كان براهما غوبتا الهندي (القرن السابع الميلادي) أوفر حظاً حين وجد قاعدة للاستكمال الخطي من المرتبة الثانية، هي أقرب إلى المعقول من قاعدة البيروني. ولكن براهما غوبتا أيضاً لم يعط أي تفسير لقاعدته كما هي عادة الشرقيين بوجه عام.

حل المعادلة من الدرجة الثالثة تقريبياً:

إذا كان البيروني قد أخطأ في إيجاد قاعدة للاستكمال الخطي من المرتبة الثانية. فقد كان شرف الدين الطوسي أقدر على إيجاد عمل صحيح وطريقة جيدة، للعثور على حلول تقريبية للمعادلة من الدرجة الثالثة. وكان الهدف أصلاً هو إيجاد حل عددي لهذا النوع من المعادلات. إذ إن عمر الخيام (1048-1131) كان قد

حل هذه المعادلات بطريقة هندسية بحتة، اعتمد فيها على نظريات أبولونيـــوس في القطوع. فبرهن أن كل معادلة من الدرجة الثالثة تتعين حلولها (أو حلها) بإيجـــاد نقطة تقاطع قطعين مخروطيين، فكان بذلك ممهداً لظهور الهندسة التحليلية. والحقيقة أن ابن الهيثم كان سباقاً إلى ذلك حين حل مسألته التي سبق لنا عرضها. وقد أظهر الخيام في مقدمة كتابه « رسائل الخيام الجبرية »، أسفه لذلك. إذ يقـــول « وأمـــا البرهان على هذه الأصناف (أي أصناف حلول هذه المعادلات)، إذا كان موضوع المسألة عدداً مطلقاً، فلا يمكننا، ولا لواحد من أصحاب الصناعة، ولعل غيرنا ممـــن يأتي بعدنا يعرفه، إلا في الثلاث المراتب الأولى، وهي العدد والشيء والمال (ويقصد المعادلة من الدرجة الثانية التي عُرف حلها منذ الخوارزمي). واعلم أن البرهان على هذه الطرق بالهندسة لا يجزي عن البرهان عليها بالعدد إذا كان الموضوع عـــدداً لا مقداراً ممسوحاً ».

وقبل أن نعرض طريقة الطوسي، لابد من الانتباه إلى أن الأعداد الســـالبة لم تكن معروفة في عصره، لذلك لا يؤخذ سوى الحلول الموجبة. وعلى طريقة ذلـــك العهد طبقت القاعدة مباشرة على مثال عددي. على أننا سنعرض طريقة الطوســـي بلغة الرموز متبعين في ذلك عرض الدكتور رشدي راشد، لأن الأعداد التي كـــان يختارها الطوسي كبيرة، قد يغيب معها مضمون الطريقة.

لنأخذ المعادلة 25 في تصنيف الطوسي، وهي « كعب وعدد يعـــدل مـــالاً وجذراً » أو بلغة الرموز:

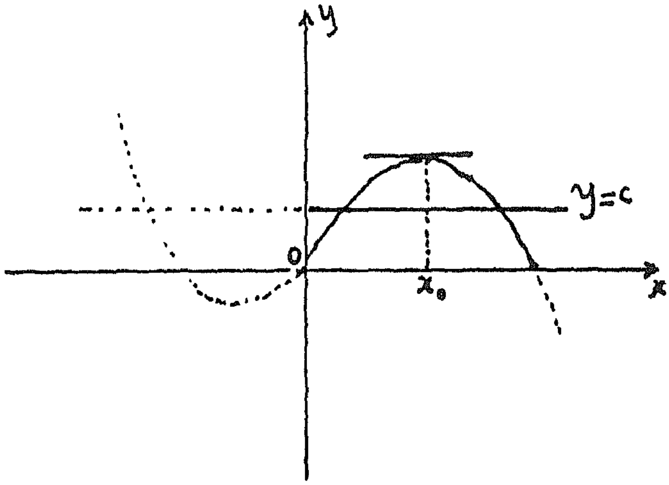
$$x^3 + c = ax^2 + bx$$

أو

$$bx + ax^2 - x^3 = c \qquad (5)$$

ولحل هذه المعادلة عددياً، لجأ الطوسي إلى دراسة كثير الحدود $bx + ax^2 - x^3$ في جوار نقطة ليبحث له عن نهاية عظمى، أو مايسميه هو نفســـه « *العـــدد*

الأعظم »، فإذا كانت هذه النهاية أكبر من c يكون للمعادلة حلان موجبان. ولعل الرسم البياني للدالة: $x \to f(x) = bx + ax^2 - x^3$ يوضح المقصود .



وفي الشكل جانباً ، رسمنا الخـــط البياني للدالـــة المذكــــورة أعلاه. وقـــد احتفظنا بالقسم الواقع في الربـع الأول حيـــث قيم x و$f(x)$ موجبة وبخط متصل والباقي منقط .

والطوسي ، لم يرسم كما نعلم خطاً بيانيـــاً ، ولكنــه أدرك بحدســه أن الدالة$f(x)$ التي تأخذ القيمة 0 من أجل $x = o$ ، ستزداد ، في حال وجود « عــدد أعظم » أكبر من c ، من قيمة أصغر من c إلى قيمة أكبر من c فلابد أن تمر عنـــد تزايدها بالقيمة c وعندئذ تتحقق المعادلة (5) .

لذلك كان عليه أن يعرف « العدد الأعظم » . فافترض أن المتغير في الدالــة $f(x)$ قد تغير بمقدار d ، مرة للزيادة ، ومرة للنقص ، بدءاً من قيمة x_0 افترض أنهــا قيمة المتحول التي تبلغ عندها الدالة عددها الأعظم . ثم حسب تغير الدالة مرتبـــاً بحسب القوى المتزايدة لـــ d ، فوجد أن :

$$f(x_0) - f(x_0 + d) = 2x_0(x_0 + a)d - (b - x_0^2)d + (a + 3x_0)d^2 + d^3 \quad (6)$$

$$f(x_0) - f(x_0 - d) = (b - x_0^2)d - 2x_0(x_0 + a)d + (a + 3x_0)d^2 - d^3 \quad (7)$$

إذن تكون $f(x_0)$ هي فعلاً العدد الأعظم إذا كان $f(x_0)$ أكبر من $f(x_0 + d)$ وكذلك أكبر من $f(x_0 - d)$. ولما كان الحدان الأخيران في أقصى اليمين لا يثيران أي مشكلة لأن d يمكن اختياره صغيراً بحيث يمكن إهمالهما تجاه الحدين اللذين يسبقانهما (وهذه أهم نقطة لاحظها شرف الدين الطوسي). لذلك يكون $f(x_0)$ هو فعلاً العدد الأعظم إذا كان:

$2x_0 (x_0 + a)$ أكبر من $b - x_0^2$ لأنه عندئذٍ يكون $f(x_0)$ أكبر من $f(x_0 + d)$

وكان في الوقت نفسه:

$x_0 (x_0 + a)2$ أصغر من $b - x_0^2$ لأنه عندئذ يكون $f(x_0)$ أكبر من $f(x_0 - d)$

وهذا لايمكن أن يتحقق إلا إذا كان: $2x_0 (x_0 + a) = b - x_0^2$

$$3 x_0^2 + 2ax_0 - b = 0 \qquad (8)$$

فالعدد الذي يقابله « العدد الأعظم » هو جذر هذه المعادلة، ولما كان لهذه المعادلة جذران مختلفان بالإشارة، فالطوسي لا يأخذ سوى الموجب بينهما.

(والحقيقة أنه لو تمعنا في المعادلة (8) لرأينا أن طرفها الأول هو قيمة المشتق للدالة $f(x)$ عند القيمة x_0). فالدالة f تبلغ عددا أعظميا $f(x_0)$ عند x_0، فبعد حساب x_0 و$f(x_0)$ بالطريقة المبينة، قارن الطوسي $f(x_0)$ مع c. فإذا كانت $f(x_0)$ أكبر من c معناه يوجد جذران (موجبان) للمعادلة من الدرجة الثالثة المعطاة.

فإذا ثبت في حالة المثال العددي وجود جذرين موجبين للمعادلة من الدرجة الثالثة (5). يمكن حصر أحد هذين الجذرين، مرة بالزيادة، ومرة بالنقص، وهكذا وجد الطوسي الجذور الموجبة للمعادلة المذكورة بالتدريج ومن قريب إلى أقرب.

وإذا دققنا النظر في العبارتين (6) و(7). نجد أنهما منشورا الدالة f في جوار x_0 بحسب تيلر، ومرة بالزيادة ومرة بالنقص. وهذا لا يعني أن الطوسي يطبق

دستوراً معيناً، ولكن دراسته لتغيرات الدالة $f(x)$ بجوار x_0، قادته إلى وضع مماثل. وإن دل هذا على شيء فإنما يدل على أن الطوسي كان يتبع منهجاً واضحاً لديه هو نفسه المتبع حالياً عند دراسة داله في جوار نقطة. والفرق بيننا وبينه هو أننا نمتلك دساتير جاهزة.

ملاحظة 1:

لقد رأى بعض من درس أعمال شرف الدين الطوسي في هذا المجال دلالة على أن لديه مفهوماً للمشتق. ولكننا نستبعد ذلك، لأن هذا المفهوم بوصفه يدل على تدرج تغيرات قيم الدالة مع تغير المتحول، لم يخطر على بال باحث في العصور الوسطى، وبخاصة في العالم الإسلامي، لأن هذا المفهوم مرتبط بمفاهيم سابقة تمهد له، وهي مفهوم السرعة والتسارع وميل المماس...إلخ. وهذه أمور كلها لم يكن لها وجود عند المسلمين. وقد سبق أن ذكرنا ذلك أكثر من مرة.

والحقيقة أن مفاهيم فيزيائية ورياضية كثيرة تبدو الآن بسيطة للغاية ولكنها تطلبت زمناً طويلاً لنضوجها، حتى ليصعب على المرء إيجاد مبرر لهذه الظاهرة. على أن هذا لا يعني أن أعمال الطوسي والبيروني وبراهما غوبتا أو غيرهم لم تمهد لمفهوم المشتق، لأن هذه الأعمال قاربت مفاهيم كثيرة تساعد على الوصول إلى هذا المفهوم، كإبراز فكرة تغير دالة وفقاً لتغيرات متحول، ودراسة هذا التغير في جوار نقطة، وإيجاد النهاية العظمى، وقاعدة الاستكمال الخطي.

ملاحظة 2:

ثم إن الطوسي أتى بفكرة جديدة أيضاً، هي إيجاد حل عددي بطريقة التقريبات المتتالية، وهذه الفكرة قد يكون هناك من سبقه إليها، وهي تسمى حالياً طريقة « روفيني – هورنر ». وهذا ما لا ندريه، ولكن من المؤكد أن بعض

الرياضيين الصينيين مثل Chu Shih-chieh، طبقوا طريقة التقريبات، وحلوا بها معادلات حتى الدرجة الرابعة، فكانوا يغيرون المجهول بآخر أقرب فأقرب إلى الجذر. فالمعادلة:

$$x^2 + 252x - 5292 = 0$$

استعاض فيها Chih-chieh عن المتغير x بالمتغير y حيث $y = x - 19$ وهذا لأنه وجد أن الجذر بين 19 و 20، فبالتعويض عن x بـ $y + 19$ حصل على المعادلة: $y^2 + 290y - 143 = O$ فجذر هذه المعادلة بين 0 و 1. كما أن علماء آخرين مثل Chin Chiu-shao و Yang Hui (وكل هؤلاء بمن فيهم الأول هم من القرن الثالث عشر، أي بعد شرف الدين الطوسي أو كانوا معاصرين له)، مما يجعلنا نعتقد أنه لم يجر أي اتصال بينهم، وكلهم خطرت لهم الفكرة نفسها، ولكن الطوسي يمتاز عنهم ليس بطريقة التقريبات، وإنما بدراسة دالة في جوار نقطة وتعيين النهاية.

ويبدو أن جمشيد الكاشي لجأ إلى هذه الطريقة، أي طريقة شرف الدين الطوسي، وهذا ما يؤكده الأستاذ نادر النابلسي عندما حقق كتابه مفتاح الحساب. ولا ندري هل أخذ جمشيد الكاشي الفكرة عن شرف الدين، أم أنه مثل غيره خطرت له الفكرة. وهذا ليس عجيباً في تاريخ العلم، فالأمثلة على ذلك كثيرة، مثل نيوتن وليبنتز في حساب التفاضل والتكامل، ومثل أينشتين وبوانكاريه في النسبية الخاصة. وحالياً مثل ستيفن وينبرغ ومحمد عبد السلام في توحيد القوى الكهرطيسية مع القوى الضعيفة في نواة الذرة. والذي يؤكد وجهة النظر الأخيرة هي أن الكاشي طبق هذه الطريقة في إيجاد الجذر من مرتبة ما لعدد موجب. بمعنى أنه اكتفى بالحالة الخاصة $x^n - q = o$ و لم يأخذ معادلة عامة بكامل حدودها كما فعل شرف الدين الطوسي.

طريقة فيرما لإيجاد النهاية العظمى:

ما أن قدم القرن السابع عشر حتى نضجت فكرة الهندسة التحليلية، التي قد ترجع بداياتها إلى أعمال أبولونيوس (نهاية القرن الثالث ق.م)، ولكن أعمال ابن الهيثم وعمر الخيام هي تمهيد حقيقي لها ولاسيما الثاني لأنهما أدركا أن تقاطع منحنيين يعطي الحل المشترك لمجموعة معادلتين، وفي بداية القرن السابع عشر أصبح فيرما وبعده ديكارت واعيين تماماً لإمكان تمثيل أي معادلة بمجهولين بمنحن هو المحل الهندسي لحلول هذه المعادلة.

على أن فيرما قصر عمله في البدء على التوابع التامة، ورسم منحنياتها، لذلك لزمه التعرف إلى قممها ووهداتها، كما لزمه تعيين المماس في نقطة من المنحني. وكانت طريقته لإيجاد القمة (أو الوهدة)، أي النهاية العظمى أو الصغرى تقوم على أن المماس في هذه النقطة يُظهر أن تغير المتحول بمقدارE في جوار هذه النقطة يؤدي إلى تغير صغير جداً في قيمة الدالة (التابع). فإذا كان هذا التابع:

$$.f:x \to f(x) = y$$

فإن تغير x بمقدار E سيؤدي إلى تغير في قيمة التابع هو:

$$.f(x+E) - f(x)$$

ولما كان فيرما يقصر عمله على توابع تامة، فسيظهر له الحساب أن E هي عامل مشترك في المقدار $f(x+E) - f(x)$، أي أن هذا المقدار يقبل القسمة على E.

ولما كان سعيه يقوم على افتراض أن هذا المقدار ضئيل جداً بالقرب من القمة أي أنه يكاد يكون معدوماً، فما شأنه مع E، فلو أخذ مثلاً:

$$f(x) = a - 2bx + c\,x^2$$

$$f(x+E) = a - 2b(x+E) + c(x+E)^2$$

فبعد حساب $f(x+E) - f(x)$ سنجد أنه يقبل القسمة فعلاً على E، لأن:

$$f(x+E) - f(x) = E(-2b + 2c\,x + E)$$

ففي جوار القمة (أو الوهدة) يجب أن يكون $f(x+E) - f(x)$ ضئيلاً جداً، وهذا أمر يتحقق، إذا كان المقدار $-2b + 2cx + E$ صغيراً مادامت E صغيرة اختيارية، وهنا رأى فيرما أن هذا الأمر يتحقق تماماً إذا كان:

$-2b + 2cx = o$ ومنه $x = \frac{b}{c}$ (فاصلة النهاية العظمى أوالصغرى)

وهكذا يكون فيرما قد حسب ضمناً (بل أول من حسب):

$$f'(x) = \lim_{E \to o} \frac{f(x+E) - f(x)}{E}$$

أي المشتق، فأتى بعده نيوتن وليبنتز وعمما عمله على أي تابع وحسبا المشتقات والتفاضلات صراحة.

وهكذا نرى أن طريقة فيرما في تعيين النهاية العظمى أو الصغرى تبدأ كبداية شرف الدين الطوسي، ولكنها تسير بعدئذٍ في منحىً مختلف، والحقيقة أن طريقة شرف الدين الطوسي هي الأفضل لدراسة النهاية ونوعها إن وجدت، أم لم توجد. فقد ينعدم المشتق ولا توجد نهاية، ويعرف كل من تابع دراسة الرياضيات أن أفضل طريقة لدراسة التابع في جوار نقطة هو تطبيق منشور تيلر (في حال وجود مشتقات متتالية) حول النقطة.

على أن فيرما استفاد من هذا الأسلوب في تحليل الصغائر، في إعطاء الحجة على حدسه وحدس ابن الهيثم من قبله في أن حركة الضوء هي « في غاية القوة ». فبرهن على ما يمكن التعبير عنه بأنه « لكي ينتقل الضوء من نقطة A إلى نقطة B معانياً في طريقه عدداً من الانعكاسات والانكسارات، هو الطريق الذي يحتاج فيه إلى أقل زمن ممكن »، مع العلم أن سرعته في كل وسط يمر فيه محددة بشكل طبيعي ولا يمكن تبديلها. (على الأرجح أن فيرما وديكارت اللذين عاشا في عصر واحد لم يكونا يعرفان أن للضوء سرعة محدودة، لذلك لم يعرّف فيرما مبدأه

بالطريقة التي بيناها وإنما لجأ إلى ما دعاه « الطريق الضوئـــي ». ولايـــزال هـــذا التعريف مأخوذاً به في كتب الفيزياء إلى الآن. وقـــد برهـــن أن هـــذا الطريـــق «استقراري» بمعنى أنه في حالة حدية).

نظرية الأعداد:

ثابت بن قرة، الكرجي والسموأل المغربي، كمال الدين الفارسي، ابن البناء المراكشي.

الكرجي: (? - 1015) يبدو أنه عاش إلى ما بعد هذه المدة، أصله من منطقـــة في فارس تدعى الكَرَج، ولكنه عاش وأنتج أعمالاً كثيرة في بغداد في فترة التحالف بين الدولة البويهية بزعامة السلطان بهاء الدولة البويهي، وخليفـــة بغـــداد العباســـي المستكفي. أهم أعماله الحسابات الجبرية، ونظرية الأعداد (المثلث الحسابي) وإنبـاط المياه الخفية ومنشؤها.

السموأل المغربي: توفي عام 1175 وهو يهودي مغربي، أسلم بعدئذ، ألّف بـاللغتين العربية (الرياضيات، وبعض مسائل أخرى)، والعبرية. ولد بالمغرب وانتقل إلى فـلوس ومات بمراغة وسكن فترة في بغداد. أهم أعماله في الجبر هو إكمال أعمال الكرجـي في الحسابات الجبرية، وبراهينه على ما لم يرد عند معلمه برهان له. وله بـــاع طويـــل في العلوم العبراينة. وقد ألف في ذلك كتاباً سماه « بذل المجهود في إقحام اليهود ».

كمال الدين الفارسي: توفي عام 1320م، ويبدو أنه عاش معظم حياتـــه في بـــلاد الفرس، له دراسات في الضوء، وهو أول من فسر ظاهرة قوس قزح بأنها نتيجـــة انعطاف الضوء في كريات الماء المعلقة، وخالف بذلك ابن الهيثـــم، وإن أيـــده في موضوعية الضوء واستقامة انتشاره، أما تشبيه انعكاس الضوء بانعكاس الكريـــات المرنة، فقد خالف به ابن الهيثم (وله عذره إذ كيف يصـــدق أن يكـــون الضـــوء كالكرة الصلبة). ولكنه تقريباً كذلك.

ابن البناء المراكشي الأزدي: متصوف إسلامي مشهور له أعمال في الحساب والجبر، عاش بين 1256 و 1321. معظم كتبه تعليمية. وكتابه « تلخيص أعمال الحساب » ظل معمولاً به ويدرس للتلاميذ حتى نهاية القرن السادس عشر.

لمحة تاريخية:

ما من حضارة كان لها أثرها في تاريخ الإنسانية إلا وكان لها مساهمة في نظرية الأعداد، كمجموع الأعداد الطبيعية أو مجموع مربعاتها، أو مجموع جداءات منها. وبرع الصينيون في المربعات السحرية. كما عرفوا المثلث الحسابي (مثلث باسكال). ولا ندري إن كانوا قد اقتبسوه من المسلمين، فقد عرف هذا المثلث عند الكرجي قبل هانغ هوي وتشو شيه-تشيه من القرن الرابع عشر. وتوجد إشارات له تعود إلى العام 1100، ولكن العمل الصيني أتى في القرن الثاني عشر الميلادي أو بعده، أي بعد الكرجي، وقد تفنن اليونانيون كثيراً في نظرية الأعداد منذ إقليدس الذي برهن أن لا نهاية للأعداد الأولية. كما عرفوا الأعداد التامة والأعداد المتحابة. ووجد إقليدس دستوراً للأعداد التامة، ولكنه لم يجد دستوراً للمتحابة التي سنتحدث عنها بعد قليل. كما درس ديوفانطس المعادلات ذات المتغيرات المتعددة، وإيجاد حلول صحيحة (غير كسرية) لها. وقد سماها العرب المعادلات السيالة. وأغلب الظن أن اليونانيين اهتموا بالأعداد الطبيعية أكثر من غيرها لأن العدد الطبيعي في نظرهم هو العدد الحقيقي، وما عداه من الأعداد هي أطوال هندسية، وقد ظلت هذه الفكرة موجودة عند المسلمين في العصور الوسطى إلى أن زالت أو تكاد نتيجة للتعامل مع الأعداد الصحيحة والكسرية والكسور العشرية والأعداد الصماء. وقد تناولت دراسات المسلمين في هذا المجال، وعلاوة على العمليات الأربع والجذور من مختلف المراتب، وحساب مجموع بعض السلاسل العددية،

والمبادئ الأولى للتحليل التوافقي، والمثلث الحسابي الذي أصبح يدعى مثلث الكرجي -باسكال، والتحليل إلى عوامل أولية والنظرية الأساسية في الحساب والأعداد التامة والناقصة والمتحابة.

العدد التام: هو العدد الذي يساوي مجموع قواسمه ما عدا العدد نفسه.

مثال: العدد 28 قواسمه: 1، 2، 4، 7، 14 مجموعها 28.

والعدد الناقص هو العدد الذي يقل عن مجموع قواسمه، والزائد هو الذي يزيد عن مجموع قواسمه. وقد سبق لإقليدس أن وجد دستوراً لصنف الأعداد التامة الزوجية: « إذا كان n عدداً طبيعياً (غير الصفر)،

وكان $2^n - 1$ أولياً فإن العدد $(2^n - 1)\, 2^{n-1}$ هو عدد تام زوجي، وليس يعرف هل يوجد عدد تام فردي أم لا.

ثابت بن قرة والأعداد المتحابة:

يقال عن عددين أنهما متحابان إذا كان كل منهما هو مجموع قواسم العدد الآخر ما عدا هذا العدد نفسه. مثال ذلك العددان 220، 284

قواسم العدد 220 ما عدا العدد نفسه:

1، 2، 4، 5، 10، 11، 20، 22، 44، 55، 110

مجموعها $1 + 2 + 4 + 5 + 10 + 11 + 22 + 44 + 55 + 110 = 284$

قواسم العدد 284 ما عدا العدد نفسه: 1، 2، 4، 71، 142

مجموعها $1 + 2 + 4 + 71 + 142 = 220$

نظرية ابن قرة:

إذا أردنا عددين متحابين حصّلنا عدداً من تضاعيف الاثنين [2^n] وزدنا عليه نصفه إلا واحداً [$2^n + 2^{n-1} - 1 = 3.2^{n-1} - 1$] ونسمي الحاصل المبلغ الفرد

الأول [p] ونقصنا من ثلاثة أمثاله واحداً [$3.2^n - 1$] ونسمي الباقي، الفرد الثاني [q]. ثم ضربنا أحد الفردين في الآخر:

$$[\ 9.2^{2n-1} - 9.2^{n-1} + 1 = (3.2^{n-1} - 1)\ (3.2^n - 1)\ ]$$

فما حصل نسميه الفرد الثالث [s]. ثم نجمع الأفراد الثلاثة [$r = p + q + s = 9.2^{2n-1} - 1$] ونسميه المبلغ الفرد الرابع [r]. فإذا كان كل من هذه الأفراد سوى الثالث أولاً... [أي p و q و r أعداد أولية]، ضربنا ذلك العدد – الذي من تضاعيف الاثنين – في الفرد الثالث والرابع فيكون الحاصلان عددين متحابين [أي $2^n\ pq$ و $2^n\ r$ متحابان]*.

يبدو أن ابن قرة برهن على صحة ذلك، ولكن ما بين أيدينا هو برهان كمال الدين الفارسي، وهو برهان معقد وطويل. وكل من ذكرنا ممن عمل في الحساب تطرق للأعداد المتحابة مع البرهان أو بدونه.

وقد تتبع الدكتور راشد أعمالاً تلت عمل ابن قرة وتحرى ما قيل في هذا الشأن وقد ورد كل ذلك في « مجلة تاريخ العلوم العربية » العدد 1 و2 من المجلد السادس، عام 1982.

على أننا سنورد برهاناً يتمشى مع روح العصر:

لدينا: $p = 3.2^{n-1} - 1$ ؛ $q = 3.2^n - 1$ ؛ $r = 9.2^{2n-1} - 1$

أعداد أولية.نريد أن نبرهن أن العددين $2^n\ pq$ و $2^n\ r$ متحابان

بما أن p عدد أولي فمجموع قواسمه ماعدا العدد نفسه $p + 1 = 3.2^{n-1}$.

وكذلك q عدد أولي فمجموع قواسمه ما عداد العدد نفسه $q + 1 = 3.2^n$.

---

* أخذ هذا النص عن التحقيق الذي قام به الدكتور رشدي راشد لرسالة كمال الدين الفارسي المعنونة: « تذكرة الأحباب في بيان التحاب ». أما النص الذي وضعه ابن قرة وبرهانه فلا علم لنا به. ولكن الدكتور راشد يفهمنا أنه مطلع عليه.

وبجمـــوع قواســـم 2^n هـــي: $1 + 2 + \ldots\ldots + 2^n = 2^{n+1} - 1$

(مجموع سلسلة هندسية).

ولما كانت قواسم العدد هي جداءات القواسم السابقة بمختلف الأشكال. فـهذا الأمر يتحقق بأخذ حدود الجداء $(1+p)(1+q)(1+2+\ldots\ldots+2^n)$

فهذا الجداء هو مجموع قواسم $2^n pq$ كلها بما فيها العدد نفسه. فباســـتثنائه يصبح المجموع:

$$(1+p)(1+q)(1+2+\ldots\ldots+2^n) - 2^n pq =$$

$$(1+p)(1+q)(2^{n+1}-1) - 2^n pq =$$

أو $$3.2^{n-1}.\,3.2^n(2^{n+1}-1) - 2^n(3.2^{n-1}-1)(3.2^n-1) =$$

$$2^n(9.2^{2n-1}-1) = 2^n.r$$

ويصح هذا في كل حالة يكون فيها: $n>1$ و p و q أوليان

وبالطريقة نفسها يبرهن أن مجموع قواسم $2^n r$ هو $2^n pq$.

وهكذا نرى أن البرهان على صحة نظرية ابن قرة ليس صعباً ولكن ما يحيرنا هو كيف اكتشف ابن قرة هذين العددين.

وقد حسب الفارسي العددين المدعوين بعددي فيرما. ونحصل عليهما مـــن جعل n تساوي 4 في أعداد ابن قرة. فنجد:

$$2^4.\,(3.2^3-1).(3.2^4-1) = 17296$$

$$2^4(9.2^7-1) = 18416$$

ولما كان $p = 3.2^3 - 1 = 23$ و $q = (3.2^3 - 1) = 47$ عدديـــــن أوليـــين، فالأول ممثل بأحد أعداد ابن قرة.

ولدينا أيضا $r = 9.2^7 - 1 = 1151$ عدد أولي. فعددا فيرما متحابان.

على أن برهان كمال الدين الفارسي يتضمن قضايا هامة كان يظن أنها من منجزات القرن السادس أو السابع عشر. وأهم هذه القضايا:

* أول صياغة معروفة حتى يومنا هذا لما يسمى بنظرية الحساب الأساسية والتي تقول بمكن تحليل أي عدد إلى عوامل أولية، ولا يمكن تحليله إلا بصورة واحدة.

* أول دراسة للدالة المعبرة عن مجموع قواسم عدد، وعن جدائية هذه الدالة (راجع في ذلك البرهان).

المثلث الحسابي (أو مثلث كرجي باسكال):

لقد تتالت الدراسات بعد الكرجي حول مثلثه الذي يدعى المثلث الحسابي واستدرك كل ما لم يقم به الكرجي في كتبه† كبعض البراهين (اللازمة) على أن هذا المثلث يعطينا الأمثال في منشور ذي الحدين بقوى صحيحة. ومن جملة مَن عمل في ذلك السموأل المغربي وابن البنا المراكشي.

فقد برهن الأول (أو أخذ برهانه عن الكرجي) أن:

$$(a+b)^n = \sum_{k=o}^{n} \binom{k}{n} a^{n-k} . b^k$$

حيث n عدد طبيعي.

وقد برهن على ذلك بطريقة هي أقرب ما يكون إلى طريقة الاستقراء الرياضي فهو يستفيد من صحة النتيجة في حال $(a+b)^n$ لكي يبرهن على صحتها في حال $(a+b)^{n+1}$ وقد توصل إلى القاعدة الأساسية في بناء المثلث الحسابي (أو مثلث الكرجي). $C_n^k = C_{n-1}^{k-1} + C_{n-1}^k$.

† أو هكذا يظن.

كما برهن ابن البنا المراكشي على خواص التراتيب مثل: عدد طرق ترتيب كل الأشياء التي عددها r والمأخوذة من n من الأشياء:

$$A_r^n = n(n-1)..(n-r+1)$$

ووجد الحالة الخاصة: $A_n^n = n(n-1) \ldots\ldots 2.1 = n!$

كما وجد عدد توافيق كل الأشياء التي عددها r والمأخوذة من n من الأشياء: $C_n^r = \frac{A_r^n}{r!}$

ولربما لاحظ القارئ أن هذه الدراسات متكررة. والسبب في ذلك أن كلاً من الباحثين كان ينطلق من موقف مختلف.

الكيمياء:

جابر بن حيان: هو جابر بن حيان بن عبد الله الكوفي الأزدي المعروف بالصوفي. عاش في القرن الثاني الهجري (737م؟ – 813م؟). ولد في طوس وتوفي فيها. ويقول بعضهم إنه ولد في حران، وفي قول آخر بالكوفة. ولكن الشيء المؤكد أنه أقام في الكوفة ردحاً من الزمن وأخذ علم الصنعة (الكيمياء) عن الإمام جعفر الصادق الذي كثيراً ما يشير إليه بقوله « معلمي صلوات الله عليه ». وهو أول من استعمل الميزان في الكيمياء. ووجد قاعدة للكيمياء، إذ فرق بين المعادن وأشباهها بتصنيفها صنفين الصنف التابع للكبريت والصنف التابع للزيبق. قال عنه برتوليه (مؤسس علم الكيمياء الحديث في مطلع القرن التاسع عشر) « إن لجابر بن حيان في الكيمياء ما لأرسطو في المنطق ».

ونورد هنا نصوصاً عن كتاب "مختار من رسائل جابر بن حيان" التي حققها الفرنسي كراوس Paul Kraus في عام 1935.

من أقواله في التجربة والدليل الحسي:

« فمن عرف ميزانها عرف كل ما فيها وكيف تركّبت [يقصد المواد]. والدربة [يقصد التجربة] تخرج ذلك. فمن كان درباً كان عالماً حقاً، ومن لم يكن درباً لم يكن عالماً. وحسبك بالدربة في جميع الصنائع ».

وحين يريد التأكيد على أنه جرّب شيئاً بنفسه يقول « والله قد عملته بيدي وبعقلي من قبل، وبحثت عنه حتى صح فما كذب ». وتدل عبارته الأخيرة أن تجربته كانت موجهة بفرضية أو برأي معين فيما سيحدث.

قول في علم الصنعة:

[أما الأرواح فهي التي تدخل]‡ في كل شيء في العالم، وهي الزيبق والزرنيخ والكبريت والنوشادر والكافور والدهن من كل شيء. فهذه تطير عن النار [تتصعد] ولها فروق في ذواتها، وذلك أن هذه الأرواح الستة انقسمت ثلاثة أقسام: إما طائر غير محترق ممازج، وإما طائر غير محترق ولا ممازج، وإما طائر محترق ممازج. فأما الطائر غير المحترق والممازج، فالزيبق وحده. وأما الطائر غير المحترق ولا الممازج فالنوشادر والكافور، وأما الطائر الممازج المحترق فالكبريت والزرنيخ والدهن. وهذه وحدها نفوس لأن جميعها دهن.

وأما الأجساد فهي التي مقدار أرواحها وأجسامها واحد، فلا أجسامها مفارقة لأرواحها، ولا أرواحها مفارقة لأجسامها. لأن الكون والمزاج وصلا بين ذلك أتم وصلة، فكان عنها الشيء المسمى بالأجساد. وهذه الأجساد سبعة وهي المتطرقة، لأن كل ما امتزجت روحه بجسمه على اعتدال أن يكون جسداً فهو جسد. وهذه السبعة انقسمت كيفياتها كانقسام الكواكب حسب ما عرفناك في

---

‡ كل ماهو بين قوسين [ ]، هو إضافة من المحقق بول كراوس، أو هو تقدير لجملة ممسوحة من المخطوط.

صدر هذا الكتاب وفي غير موضع. وهذه السبعة هي: الرصاص الأسرب وهو بطبع زحل، والرصاص القلعي وهو بطبع المشتري، والحديد وهو بطبع المريخ، والذهب وهو بطبع الشمس، والنحاس وهو بطبع الزهرة. والفضة وهي بطبع القمر. والخار الصيني وهو بطبع عطارد.

وأما أكثر الصنعويين فإنهم يدخلون الزيبق مكان الخار الصيني. وذلك أن الزيبق داخل في عداد الأرواح لا في عداد الأجساد والأجسام...

وأما الأجسام فهي التي اختلطت في معادنها من الأرواح والأجساد على غير مزاج فهي تطير وتثبت لأن الطيار منها أرواحها والخال منها أجسادها. وإنما اقترفت في التدبير لأنها غير ممتزجة. [فاعلم ذلك] وهي المرقشيثا والمغنيسنا والدهنج واللازورد والدوص وأمثال ذلك. [فاعلم ذلك] واعمل به. فهذا ما في الأحجار من علم.

فأما الماهية فأنْ تعلم أن الأصباغ للأرواح لأنها تحتاج من المكان لسعة أرواحها وقلّة أجسادها إلى أكثر من مكانها. فإن درهماً من الزيبق يغطي عشرين من النحاس حتى يصير كله أبيض بلونه. ودرهم من الكبريت يحرق درهمين من النحاس ويلوّن عشرين منه أزرق مستحيلاً عن لونه الطبيعي، ودرهم من [الزيبق؟ أو غيره يُغطى] درهماً من الفضة والنحاس والذهب، لأنه يغطي أكثر من مقداره. والأجسام التي هي مركبة من الأرواح والأجساد بعضها يغطي وبعضها لايغطي، [فالذي يغطي] هو جارٍ مجرى الأجساد. فاعلم ذلك. فإنا لما علمنا أن الصبغ للأرواح لسعتها وأن الثبات والخلود للأجساد لأن الأجساد قيود للأرواح، فمن أمكنه أن يدخل الأرواح على الأجساد أمكنه عمل الصنعة وإظهار الإكسير من القوة إلى الفعل.

تعليق: يتضح من هذا النص الأخير كيف تتداخل المعرفة العلمية مع الأمور السحرية لأن الإنسان تجاه الطبيعة يظل حائراً، ويربط الأشياء بعلاقات يتخيلها إلى أن تتضح له شيئاً فشيئاً، فالعالم زاخر يفوق تعقيده الوصف. والشيء الذي يتعلمه التلميذ في المدرسة ويفهمه، استغرقت الإنسانية قروناً لعزله بهذه الصيغة البسيطة عن تعقيدات الكون، لتُعطى للطالب زبدة المحاولات. وإني لأترك للقارئ الملم بالكيمياء أن يستخلص من هذا النص ما هو حقيقة علمية وما هو ليس كذلك.

وليعلم بعدئذٍ أن جابر بن حيان كان أهلاً لأن يكون إلى جانب كبلر (الذي كان يهتم أيضاً بالتنجيم ومطالعة المستقبل وقراءة الطالع) في بداية عصر النهضة.

٢٠٠٠ط١٩٩٩/١/١

يطرح مؤلف هذا الكتاب سؤالاً لا نعتقد أن أحداً طرحه قبله وهو: أما كان بامكان علمائنا أن يحققوا ثورة غاليو التي انطلق منها العلم الحديث؟

يجد القارئ في هذا الكتاب خلاصة جيدة عن الدور الحاسم للعلماء العرب في تكوين العلم. مما يمكن أن تسميه حداثة العلم العربي. حداثة تظهر على الخصوص في الفصل السادس المكرس لمقارنة علمية بين بصريات ابن الهيثم ومقابلها عن ديكارت.

المؤلف متخصص متمكن من اختصاصه، يشعرك عندما يشرح بعضاً من انجازات كل من علماء العرب والعلماء الغربيين انه يجمع بين الايجاز والايبانه، أو بين الأمانة للعلم والقدرة على وضع النظريات العلمية في متناول المثقف العربي. لم يقصر العلماء العرب، بل سبقوا أحياناً عصرهم، عندما كانوا يبحثون في اطار مؤسسات اجتماعية تمكن كلا منهم من انجاز بحوثه.

الطباعة وفرز الألوان مطابع وزارة الثقافة

دمشق ١٩٩٩

سعر النسخة داخل القطر ١٧٥ ل.س

في الأقطار العربية ما يعادل ٣٥٠ ل.س